



Vanessa Sofia Bartolo Ruivo

**O uso de ilustrações e modelos tridimensionais
na aprendizagem da Astronomia:
um estudo com alunos do 7.º ano de escolaridade**

janeiro de 2014



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Vanessa Sofia Bártolo Ruivo

**O uso de ilustrações e modelos tridimensionais
na aprendizagem da Astronomia:
um estudo com alunos do 7.º ano de escolaridade**

Relatório de Estágio
Mestrado em Ensino de Física e Química no 3.º ciclo do
Ensino Básico e no Ensino Secundário

Trabalho realizado sob a orientação da
Doutora Ana Sofia Afonso

DECLARAÇÃO

Nome: Vanessa Sofia Bártolo Ruivo

Endereço eletrónico: vanessa_ruivo@portugalmail.pt

Telemóvel: 968314604

Número do Bilhete de Identidade: 11959557

Título do Relatório de Estágio: O uso de ilustrações e modelos tridimensionais na aprendizagem da Astronomia: um estudo com alunos do 7.º ano de escolaridade

Supervisora: Doutora Ana Sofia Afonso

Ano de conclusão: 2014

Designação do Mestrado: Mestrado em Ensino de Física e Química no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTES RELATÓRIOS APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, 31 de janeiro de 2014

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Dado que a concretização deste trabalho foi possível, não apenas, pelo empenho e dedicação de quem o realizou, mas também pela preciosa ajuda e apoio de outros intervenientes, que direta ou indiretamente prestaram o seu contributo, exprimo, deste modo, o meu sincero agradecimento:

À minha supervisora, Doutora Ana Sofia Afonso, pelo apoio, dedicação, acompanhamento, interesse e disponibilidade constantes, mas também pelo esclarecimento de todas as dúvidas que foram surgindo e pelas críticas e sugestões pertinentes ao longo de todo o trabalho, transmitindo-me a energia necessária para progredir.

À Dra. Fátima Fernandes, por ter estado sempre disponível e interessada em acompanhar este trabalho, mas também pelas ideias e sugestões, apoio e estímulo constantes, que conduziram a este relatório.

À minha colega de estágio, pela amizade, companheirismo, partilha de ideias e experiências e pelo apoio incondicional demonstrado.

Aos alunos da turma envolvida, cuja colaboração tornou possível este estudo.

À minha irmã e afilhada, pelo carinho, companheirismo, disponibilidade, presença e incentivo nos momentos de desânimo.

Ao meu pai, amigos e família, pelo carinho, disponibilidade e presença neste caminho de formação.

À minha estrela guia, minha mãe, que me ilumina todos os dias, principalmente nos de maior desalento.

RESUMO

A Astronomia é um tema abordado no 3.º ciclo do Ensino Básico, sendo considerado um assunto de difícil compreensão para os alunos. Alguns autores têm vindo a referir que a falta de observações diretas do céu, bem como as conceções alternativas que os alunos possuem são obstáculos à compreensão do tema.

Neste âmbito, o presente relatório de estágio, inserido na unidade curricular “Estágio Profissional”, do Mestrado em Ensino de Física e Química no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, relata uma intervenção pedagógica, com alunos do 7.º ano de escolaridade, centrada no uso de ilustrações e modelos de ensino tridimensionais (3D) para abordagem de alguns assuntos do tema “Terra no Espaço”. Estas ilustrações e modelos 3D foram inseridos numa metodologia de ensino orientada para a mudança conceitual, tendo-se avaliado o seu impacto em termos de aprendizagem dos alunos. Antes da implementação da estratégia de ensino foi aplicado um questionário a 19 alunos, de modo a analisar a sua compreensão de alguns fenómenos astronómicos, e a desenhar as atividades a usar na sala de aula. No final da estratégia foi aplicado o questionário e foram analisadas as respostas dos alunos.

De um modo geral, os resultados obtidos indicaram que as compreensões dos alunos nos assuntos: sucessão dos dias e das noites, estações do ano e eclipses, foram as que mais evoluíram. No que concerne ao assunto fases da Lua, os resultados obtidos demonstraram que este foi o assunto onde os alunos sentiram mais dificuldades, uma vez que não se verificou qualquer resposta cientificamente aceite, nem antes, nem após o ensino.

ABSTRACT

In Portugal, Astronomy is a subject taught in the 3rd level of compulsory education and is seen as a difficult subject to be learnt. Several authors have been mentioning that the absence of observations of the night sky as well as students' alternative conceptions on Astronomy have been constraining their understanding.

This report of professional practice, inserted in the curricular unit "professional practice" of the master degree in basic and secondary school Physical Sciences Teaching, describes a pedagogical intervention with 7th grade students. The study focuses on the use of illustrations and 3D models in the teaching of the theme "Earth in Space". These resources were inserted in a conceptual change methodology and their efficacy was evaluated in terms of their impact on students' learning. Before the teaching strategy, a questionnaire was applied to 19 students in the intervention class, in order to analyse their comprehension of astronomical phenomena and how they represent them. The results of this questionnaire informed the design of practical activities to be used in the class. After the intervention a questionnaire was applied to the students

Results show that students' improved their understanding of the subjects: days and nights, seasons and eclipses. On the other hand, the subject moon phase was difficult to understand by students, in fact, none of the students provided a scientific answer before or after the intervention.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE GERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABELAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE QUADROS.....	xiii
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Tema, finalidades e objetivo.....	1
1.2. Estrutura do relatório.....	2
CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO DA INTERVENÇÃO E DA INVESTIGAÇÃO A ELA ASSOCIADA.....	5
2.1. Enquadramento Contextual.....	5
2.2. Enquadramento Teórico.....	9
2.2.1. A importância do ensino da Astronomia e as dificuldades dos alunos na aprendizagem do tema.....	9
2.2.2. As Ilustrações e os Modelos 3D no Ensino da Astronomia.....	12
CAPÍTULO III – OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO ASSOCIADA AO PROJETO DE INTERVENÇÃO.....	17
CAPÍTULO IV – CARACTERIZAÇÃO DA INTERVENÇÃO E DA INVESTIGAÇÃO A ELA ASSOCIADA.....	19
4.1. Metodologia de Ensino e Recursos Didáticos Usados.....	19
4.2. Metodologia de Investigação	26
CAPÍTULO V – ANÁLISE DOS RESULTADOS DA INTERVENÇÃO.....	29
5.1. Fases da Lua.....	29
5.2. Sucessão dos dias e das noites.....	35
5.3. Estações do Ano	39
5.4. Eclipses.....	44
CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	51

6.1. Conclusões.....	51
6.2. Limitações e recomendações.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS	65
ANEXO 1	67
ANEXO 2	68
ANEXO 3	71
ANEXO 4	73
ANEXO 5	76
ANEXO 6	79

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização da turma de intervenção pedagógica N = 24	6
Tabela 2: Evolução das ideias dos alunos no assunto fases da Lua N=19	29
Tabela 3: Evolução das ideias dos alunos referentes à explicação para a existência de fases da Lua N=19	31
Tabela 4: Evolução das ideias dos alunos sobre o assunto sucessão dos dias e das noites N=19	36
Tabela 5: Evolução das ideias dos alunos sobre o assunto estações do ano N=19	39
Tabela 6: Evolução das ideias dos alunos sobre o assunto eclipse solar N=19	44
Tabela 7: Evolução das ideias dos alunos sobre os eclipses lunares N=19.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Comparação da dimensão relativa dos planetas do Sistema Solar.....	22
Figura 2: Comparação da dimensão relativa dos planetas do Sistema Solar e o Sol.	22
Figura 3: O Sol e os planetas do Sistema Solar.	23
Figura 4: Diferentes opiniões para a causa das estações do ano.....	24
Figura 5: Algumas representações dos alunos, efetuadas aquando do pré-teste, sobre as causas para a ocorrência de um eclipse solar.	25
Figura 6: Aspetos diferentes que a Lua apresenta após algumas noites.	31

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Síntese geral das aulas referentes à intervenção pedagógica.	22
Quadro 2: Exemplos de algumas respostas dos alunos inseridos na categoria “Outras”	34

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Este capítulo, organizado em duas secções, começa por apresentar o tema, finalidades e objetivo que estiveram na base deste estudo, no qual se incluem algumas considerações sobre a pertinência do mesmo e, uma breve descrição da estrutura do relatório.

1.1. Tema, finalidades e objetivo

O estudo dos astros, dos seus constituintes e do Universo sempre foram assuntos que trouxeram grande admiração e fascínio aos cidadãos. Graças ao estudo dos fenómenos celestes, hoje em dia é possível conhecê-los como nunca antes e são vários os fatores que têm contribuído para isso, destacando-se os constantes avanços científicos e tecnológicos em investigação espacial, os quais têm proporcionado um maior conhecimento do Universo. Estes fatores têm motivado um interesse crescente por este domínio.

O desenvolvimento da Astronomia teve, igualmente, repercussões ao nível do ensino da Física e da Química. A introdução do tema “Terra no Espaço” no 3.º ciclo do Ensino Básico tornou esta ciência verdadeiramente aliciante e fascinante para os alunos, quer por, hoje em dia, ainda muito pouco se saber sobre o Universo, mas também por não haver, ainda, respostas convincentes para questões básicas como sejam a sua origem, a sua dimensão ou a sua constituição. O interesse dos alunos resulta também da relação existente entre os fenómenos astronómicos e os aspetos da vida quotidiana (Pereira, 2009).

Porém, apesar de todos estes aspetos cativantes para o ensino da Astronomia, este é um tema de difícil compreensão para os alunos (Lorite, 1998; Ten & Monros, 1984). Entre algumas dessas dificuldades salientam-se a relação entre os fenómenos astronómicos, com as causas que os explicam e com os modelos científicos que os procuram explicar, as desadequadas metodologias de ensino, utilizadas pelos docentes para abordagem da temática, a falta de observações diretas do céu, a dificuldade em efetuar atividades de observação noturna e as inúmeras ideias incoerentes com o conhecimento científico, que os alunos possuem (Baxter, 1989; Camino, 1995; Domenech & Martinez, 1997; García Barros *et al.*, 1996; Jones *et al.*, 1987; Lanciano, 1989; Leite & Hosoume, 2007; Lorite, 1998; Nussbaum, 1986; Rodríguez & Lires, 2006; Trumper, 2001; Vosniadou, 1991; Zuza & Alduncin, 2009).

Tendo em conta as dificuldades dos alunos no tema, diversas estratégias de ensino para o estudo da Astronomia, têm vindo a ser sugeridas. Entre algumas dessas propostas para abordagem do tema, salientam-se as atividades que desenvolvam as capacidades visuais dos alunos. Das várias propostas, o uso de ilustrações e de modelos 3D parecem apresentar potencialidades para ajudar os alunos a compreender alguns fenómenos astronómicos, uma vez que ao facilitar as relações que se estabelecem entre os elementos visuais das representações e os conceitos científicos, auxiliam na resolução de problemas, promovem a discussão, o raciocínio, a tomada de decisões e o desenvolvimento e aprendizagem de conceitos científicos. No entanto, para que estes recursos sejam eficazes é necessário que sejam inseridos numa perspetiva de ensino construtivista (Cook *et al.*, 2008; Fiore *et al.*, 2003; Gilbert, 2008a, 2008b; Lelliott & Rollnick, 2010; Matthewson, 1999; Phillips *et al.*, 2010; Rapp & Kurby, 2008; Tufte, 2001; Uttal & O'Doherthy, 2008; Zhang, 1997).

Tendo em conta os aspetos anteriormente referenciados, este estudo desenvolvido no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e Química no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, teve como intuito auxiliar os alunos a melhorar a compreensão de alguns fenómenos astronómicos, designadamente, sucessão dos dias e das noites, estações do ano, fases da Lua e eclipses, com recurso a modelos 3D e ilustrações, os quais foram inseridos num modelo de ensino orientado para a mudança concetual.

Antes do ensino, um teste aplicado aos alunos da turma de intervenção revelou que, ao contrário de outros estudos, todos os alunos da turma possuíam conceções alternativas no tema Astronomia, constatando-se, também, que após uma análise ao manual escolar dos alunos, este apresentava algumas ilustrações desadequadas. Assim sendo, e uma vez que os modelos 3D e as ilustrações pareciam ser recursos relevantes para serem utilizados na turma de intervenção pedagógica, devido às suas inúmeras potencialidades, foram desenvolvidas atividades práticas com modelos 3D e/ou ilustrações para cada um dos assuntos abordados.

1.2. Estrutura do relatório

Este trabalho encontra-se dividido em seis capítulos. Neste primeiro capítulo, dividido em duas secções, especifica-se sumariamente a incidência e o objetivo geral da intervenção pedagógica e explicita-se a estrutura do presente documento. O segundo capítulo, enquadramento da intervenção e da investigação a ela associada, encontra-se dividido em duas secções, enquadramento contextual e enquadramento teórico. No enquadramento contextual

caracteriza-se o contexto de intervenção e no enquadramento teórico efetua-se uma fundamentação científica e pedagógica do tema de intervenção. No terceiro capítulo descrevem-se os objetivos da investigação associada ao projeto de intervenção, onde são apresentadas as questões de investigação a que se pretende dar resposta com o presente estudo. De seguida, apresenta-se o quarto capítulo que contempla a caracterização da intervenção e a investigação a ela associada, que se divide em duas secções, metodologia de ensino e metodologia de investigação. Na metodologia de ensino, explicita-se a metodologia de ensino e os recursos que foram utilizados. Na metodologia de investigação, efetua-se uma descrição do instrumento de recolha de dados, dos procedimentos e do período de recolha dos mesmos, bem como dos procedimentos a adotar na sua análise. O quinto capítulo contempla a análise dos resultados da intervenção, onde estes são apresentados, analisados e discutidos à luz do objetivo da investigação e da literatura relevante. Por fim, o sexto capítulo, dividido em duas secções, inclui as conclusões, limitações do presente estudo e recomendações para futuros trabalhos.

CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO DA INTERVENÇÃO E DA INVESTIGAÇÃO A ELA ASSOCIADA

Este capítulo, dividido em duas secções, descreve o contexto de intervenção, a escola, a turma e os alunos da turma, e fundamentam-se as opções tomadas relativamente às estratégias de ensino e de investigação à luz do contexto e da literatura.

2.1. Enquadramento Contextual

A intervenção pedagógica, em que se insere o presente relatório de estágio, referente ao tema Astronomia, foi implementada durante o ano letivo de 2012/2013, com alunos de uma turma do 7.º ano de escolaridade, nas aulas de Ciências Físico-Químicas. As aulas foram lecionadas numa escola EB 2,3, pertencente ao distrito de Braga, frequentada por cerca de 1485 alunos, os quais se encontram distribuídos pelos segundo e terceiro ciclos do Ensino Básico. Trata-se de uma escola decretada como Território Educativo de Intervenção Prioritária que, durante a intervenção pedagógica, foi alvo de requalificação. Como resultado dessa requalificação, as aulas decorreram num edifício da escola não sujeito a reestruturação, tendo também sido criados contentores, que funcionaram como novos espaços para a leção de aulas. Apesar do amplo espaço exterior da escola, no qual estão integrados campos de jogos, durante o decorrer de aulas essa área é restrita a práticas desportivas de Educação Física, o que resulta numa dificuldade em realizar atividades com os alunos nesse espaço.

Esta instituição, segundo informação constante do Projeto Educativo, alberga uma população escolar muito heterogénea, em termos sociais, culturais, étnicos e económicos, embora um elevado número de alunos provenha de famílias com escasso acesso a bens culturais e com baixa escolaridade, associadas ao desemprego ou a situações de precariedade social e económica, verificando-se, igualmente, a presença de uma população flutuante de imigrantes de proveniência diversa (PE, 2009). Sendo uma das situações problemáticas da presente escola o insucesso escolar dos alunos, nomeadamente no 7.º ano de escolaridade com uma taxa de 22,3%, e, na disciplina de Ciências Físico-Químicas com uma taxa de insucesso de 19,9%, assim como as dificuldades económicas das suas famílias, que se traduz em cerca de 43,6% dos alunos que beneficiam de apoio da Ação Social Escolar (PE, 2009), procurou-se com

a implementação deste projeto, auxiliar os alunos que possuem frágeis recursos económicos para efetuarem deslocações e visitas a centros de Ciência Viva, Planetários e museus, a visualizarem e compreenderem alguns fenómenos astronómicos, através da utilização de modelos 3D, de modo a diminuir a taxa de insucesso escolar verificado na disciplina.

A turma do 7.º ano de escolaridade, na qual foi levada a cabo a intervenção pedagógica, era constituída por 26 alunos, com idades compreendidas, entre os 11 e os 14 anos, cuja média de idades é de 13 anos. Dois alunos da turma apresentavam necessidades educativas especiais, fator esse, que justifica o reduzido número de alunos da turma. Esses alunos não frequentavam a disciplina de Ciências Físico-Químicas, pelo que, a intervenção pedagógica, foi implementada apenas com 24 alunos (14 rapazes e 10 raparigas). Na Tabela 1, encontra-se a caracterização dos alunos da turma.

Tabela 1: Caracterização da turma de intervenção pedagógica N = 24

Caracterização da Turma		Número de Alunos
Sexo	Feminino	10
	Masculino	14
Idade (anos)	11	1
	12	14
	13	3
	14	6
Nível Sócioeconómico	Baixo	17
	Médio	7
Comportamento	Adequado	20
	Desadequado	4

Tabela 1: Caracterização da turma de intervenção pedagógica N = 24 (continuação)

Caracterização da Turma			Número de Alunos
Nível de Aproveitamento no 2.º ciclo a Ciências da Natureza	5.º ano de escolaridade	Nível 2	2
		Nível 3	11
		Nível 4	4
		Nível 5	1
	6.º ano de escolaridade	Nível 2	2
		Nível 3	14
		Nível 4	3
Nível de Aproveitamento no 7.º ano de escolaridade	1.º Período	Nível 2	11
		Nível 3	11
		Nível 4	2
	2.º Período	Nível 2	13
		Nível 3	10
		Nível 4	1
	3.º Período	Nível 2	7
		Nível 3	16
		Nível 4	1

Os dados da Tabela 1 permitem constatar que na turma, maioritariamente constituída por rapazes, a idade que prevalece é de 12 anos. A existência de nove alunos de outras idades deve-se a estes terem sido retidos em anos letivos anteriores, sendo que, em seis dos casos, era já a segunda retenção, segundo informações constantes do registo de dados biográficos da turma, encontrando-se ainda, três dos alunos, a repetirem o presente ano de escolaridade. Verifica-se também, pela análise da Tabela 1, que os alunos apresentam dificuldades económicas, o que se torna evidente pelo número elevado, 17 alunos (71%), que usufruía de apoios de subsídio escolar, pertencendo a famílias de nível económico baixo e encontrando-se em situação de desemprego 31% dos seus encarregados de educação. Esta informação enquadra-se no perfil da população que frequenta a escola, uma vez que se caracteriza por um débil nível socioeconómico.

De 22 de outubro a 12 de abril foram observadas aulas da turma, tendo-se constatado, por essa observação de aulas e também segundo informações da professora de Ciências Físico-Químicas, orientadora cooperante, que a turma, no que concerne ao aproveitamento, nível cognitivo e interesse pelas Ciências, é heterogénea, tal como se pode verificar pela análise do nível de aproveitamento dos alunos no 2.º ciclo à disciplina de Ciências da Natureza (Tabela 1) e durante os três períodos letivos, do 7.º ano de escolaridade, à disciplina de Ciências Físico-Químicas. Como se pode constatar pela Tabela 1, os resultados da avaliação dos alunos inserem-se maioritariamente no nível de aproveitamento suficiente (nível 3), durante o 2.º ciclo, verificando-se também esse predomínio no 3.º período do 7.º ano de escolaridade, embora no 1.º e 2.º períodos letivos, os alunos apresentem, um número significativo de nível insuficiente (nível 2), 45,8% e 54,2%, respetivamente, à disciplina de Ciências Físico-Químicas. Esse aproveitamento reduzido da turma traduziu-se na retenção de oito alunos no 7.º ano de escolaridade. Interessa ainda salientar que no final do ano letivo, à disciplina de Ciências Físico-Químicas, apenas um aluno contemplava nível Bom. O facto de a turma se ter mantido em bloco durante o 2.º ciclo, na mesma escola e, no 3.º ciclo terem sido introduzidos novos elementos na turma, alunos esses repetentes e com comportamentos perturbadores, os quais distraíam os seus colegas, poderá também ter tido alguma influência no nível de aproveitamento dos alunos. Pela observação de aulas, constatou-se também que estes alunos não possuíam hábitos e métodos de trabalho e ostentavam um elevado défice de atenção, apresentando dificuldades de aprendizagem, o que se refletia no seu aproveitamento reduzido. A turma estava sinalizada, pelo Conselho de Turma, pelo seu comportamento inadequado, desde o início do ano letivo,

encontrando-se referenciados quatro alunos com comportamentos problemáticos (Tabela 1). Para além disso, na turma havia dois alunos com acompanhamento pelos serviços de orientação e psicologia da escola. Durante o ano letivo e devido à falta de assiduidade verificada, foram propostos, para acompanhamento pelo gabinete de apoio ao aluno e à família, seis alunos. Contudo, é de realçar que este tipo de comportamento não é habitual na referida escola, não servindo, a presente turma, de referência para a escola, nem a nível de comportamento nem a nível de aproveitamento.

Através da observação das aulas, foi possível também verificar que quando os conteúdos e as estratégias de ensino envolviam análise e interpretação de gráficos e imagens, os alunos apresentavam dificuldades de visualização, como se pôde constatar pelas tarefas que lhes foram solicitadas aquando do estudo das Propriedades Físicas dos Materiais, nomeadamente, nas Mudanças de Estado Físico das Substâncias, em que os alunos não efetuavam uma leitura gráfica correta. Dessa observação constatou-se, ainda, que os alunos se empenhavam mais se as tarefas fossem realizadas em pares, demonstrando aptidão e vontade em trabalhar com o parceiro.

2.2. Enquadramento Teórico

2.2.1. A importância do ensino da Astronomia e as dificuldades dos alunos na aprendizagem do tema

A Astronomia é a ciência que estuda a constituição, a evolução, os fenómenos e as posições relativas dos astros e, de um modo geral, toda a matéria existente no Universo (Afonso López *et al.*, 1995; Dias & Santa Rita, 2007). A importância desta temática, no ensino e na aprendizagem das Ciências, encontra-se referenciada, na literatura, por vários autores (García Barros *et al.*, 1997; Lanciano, 1989; Nussbaum, 1990) e deve-se essencialmente: (1) à sua ligação com o quotidiano dos alunos, quer pelos fenómenos astronómicos que vivenciam no seu dia-a-dia (Lorite, 1998), quer pelas questões contemporâneas abordadas frequentemente nos *media* (Peña & Quilez, 2001); (2) à natureza dos acontecimentos históricos da Astronomia que, ao permitirem envolver os alunos nos avanços e recuos científicos, apresentam potencialidades para promover a compreensão dos alunos acerca da natureza das Ciências (Percy, 2009); (3) à interdisciplinariedade desta temática, que poderá auxiliar os alunos no estabelecimento de relações conceituais entre as disciplinas estreitamente envolvidas com a Astronomia (García

Barros *et al.*, 1997), entre as quais se destacam, a Física, a Matemática e a Química (Langhi & Nardi, 2004) e (4) à curiosidade e fascínio que a temática desperta nos alunos, por envolver aspetos que muitas das vezes parecem misteriosos (Puzzo *et al.*, 2004).

Dada a importância do ensino da Astronomia (García Barros *et al.*, 1997; Lanciano, 1989; Nussbaum, 1990), é recomendado que a abordagem desta temática seja iniciada nos primeiros anos de escolaridade (6 – 10 anos) (Sharp & Moore, 1993). Em Portugal, os alunos abordam algumas noções básicas de Astronomia no 1.º ciclo do Ensino Básico (ME, 2004), sendo o tema tratado de modo mais pormenorizado no 3.º ciclo do Ensino Básico, designadamente na disciplina de Ciências Físico-Químicas. Nesta disciplina, esse contacto é efetuado no âmbito do tema “Terra no Espaço”, onde são lecionados conteúdos relativos ao Universo (o que existe no Universo e as Distâncias no Universo), Sistema Solar (estudo da sua constituição e das características dos seus constituintes), fenómenos astronómicos (sucessão dos dias e das noites, estações do ano, fases da Lua e eclipses) e movimentos e forças (força de atração gravitacional e fenómeno das marés) (DEB, 2001). É ainda sugerido que os referidos conteúdos programáticos ajudem os alunos a procurar respostas a questões centrais, como por exemplo, “O que conhecemos hoje acerca do Universo?”, “Como se tornou possível o conhecimento do Universo?” e “O que faz da Terra um planeta com vida?” (DEB, 2001). Para além disso, no tema “Terra no Espaço”, as orientações curriculares sugerem que se aborde, na sala de aula, a História das Ciências, designadamente os trabalhos desenvolvidos por alguns cientistas (Copérnico, Galileu, Ptolomeu e Newton), ao longo dos tempos, que tornaram possível o conhecimento do Universo.

Apesar da importância do ensino da Astronomia, este é um tema de difícil compreensão para os alunos (Lorite, 1998; Ten & Monros, 1984). Nestas dificuldades, incluem-se: (1) a dificuldade em relacionar os fenómenos astronómicos, do quotidiano, com os modelos científicos que os procuram explicar (Nussbaum, 1986; Vosniadou, 1991); (2) a natureza dos modelos científicos de difícil visualização e compreensão por parte dos alunos (Lelliott, 2007); (3) as desadequadas metodologias de ensino utilizadas pelos docentes para a abordagem do tema (Leite & Hosoume, 2007), muitas vezes tendo subjacente a perspetiva de transmissão-receção (Arribas de Costa & Rivière, 1989); (4) a falta de observações diretas do céu, nem sempre estimulada pelos manuais escolares (Lanciano, 1989; Rodríguez & Lires, 2006); (5) a dificuldade em efetuar atividades práticas de observação noturna (Lorite, 1998; Zuza & Alduncin, 2009) e (6) a existência de conceções alternativas dos alunos no tema (Afonso *et al.*, 1995;

Atwood & Atwood, 1996; Barrabín, 1995; Baxter, 1989; Camino, 1995; Domenech & Martinez, 1997; García Barros *et al.*, 1996; Jones *et al.*, 1987; Lanciano, 1997; Lorite, 1997; Nussbaum, 1989; Ojala, 1992; Schoon, 1992; Sebastiá, 1995; Sneider & Ohadi, 1998; Trumper, 2001).

No que se refere às concepções alternativas dos alunos no tema Astronomia, estas têm vindo a ser identificadas em alunos de diferentes idades, persistindo algumas delas até à idade adulta, quando o processo de ensino não tem em conta a reconstrução das ideias prévias dos alunos (Baxter, 1989; Langhi & Nardi, 2010). De entre as concepções alternativas identificadas destacam-se as seguintes, em alunos com idades compreendidas entre os 12 – 13 anos: (1) a sucessão dos dias e das noites ocorre porque o Sol esconde-se por entre as árvores ou por detrás das montanhas; porque o Sol gira em torno da Terra; porque a Terra tem movimento de translação; porque o Sol vai dormir; ou, ainda, porque as nuvens cobrem o Sol (Baxter, 1989; Fler, 1997; Klein, 1982; Schoon, 1992; Trumper, 2001); (2) a causa das estações do ano é atribuída à distância da Terra em relação ao Sol; ao movimento de rotação da Terra; às nuvens de inverno bloquearem o calor do Sol; aos planetas frios retirarem o calor do Sol, o que leva a que a temperatura da Terra, no inverno, diminua; ou, ainda, devido ao Sol mover-se para o outro lado da Terra, para fornecer calor no verão (Barrabín, 1995; Baxter, 1989; Langhi, 2004; Pozo *et al.*, 1991; Schoon, 1992; Trumper, 2001); (3) associam a presença da Lua exclusivamente ao céu noturno (Baxter, 1989); (4) as fases da Lua são interpretadas como sendo eclipses lunares semanais (Baxter, 1989; Trumper, 2001); (5) as fases da Lua ocorrem devido às nuvens que cobrem parte da Lua; aos planetas provocarem sombra na Lua; à sombra do Sol sobre a Lua; à existência de quatro Luas, em pontos fixos no espaço, cada uma com a sua respetiva fase; ou, ainda, devido à ocorrência de eclipses (Baxter, 1989; Langhi, 2004; Peña & Quílez, 2001; Stahly *et al.*, 1999; Trumper, 2001; Trundle, Atwood & Christopher (2007); (6) confundem fusos horários com eclipses solares (Trumper, 2001); (7) consideram que um eclipse solar ocorre sempre que a Lua se encontra na fase de Lua Cheia (Trumper, 2001); (8) possuem diferentes concepções sobre a forma do planeta Terra, nomeadamente Terra oca ou a existência de duas Terras, e sobre o seu campo gravitacional (Nardi, 1989; Nussbaum & Novak, 1976); (9) a existência de estrelas entre os planetas do Sistema Solar (Trumper, 2001); e (10) o Sistema Solar e o Universo serem vistos como um só, não sendo diferenciados (Comins, 1993; Langhi & Nardi, 2004). Constata-se ainda que os alunos possuem dificuldades em perceber as dimensões e as distâncias no Universo (Sharp *et al.*, 1999; Trumper, 2001) e que alguns alunos

defendem um modelo geocêntrico (Giordan & Vecchi, 1988; Jones *et al.*, 1987; Kapterer & Dubois, 1981; Langhi, 2011; Schoon, 1992; Trumper, 2001).

2.2.2. As Ilustrações e os Modelos 3D no Ensino da Astronomia

Dadas as dificuldades dos alunos na aprendizagem da Astronomia, vários investigadores têm sugerido que ao abordar o modelo heliocêntrico, este deve ser visto como a melhor explicação, até ao momento, para explicar e prever os fenómenos astronómicos e que não se deve descurar a relevância histórica do modelo geocêntrico (Koestler, 1979). O modelo geocêntrico é capaz de explicar e prever fenómenos como as fases da Lua mas não consegue explicar outros como as fases de Vénus. Deste modo, é essencial que os alunos compreendam o que são modelos científicos, para que servem e por que se alteram ao longo do tempo (Lorite, 1998).

Tendo em conta as dificuldades dos alunos no tema, diversas estratégias de ensino para o estudo da Astronomia, têm vindo a ser sugeridas. Nestas estratégias são valorizadas as atividades que desenvolvam as capacidades visuais dos alunos (Canalle, 1994a, 1994b; García, 2011; Lee, 2010; Peña & Quílez, 2001; Subramaniam & Padalkar, 2009). Segundo Bernardes *et al.* (2008), Lucas & Broadfoot (1991) e Lucas & Cohen (1999), essas atividades podem incluir, entre outras, a observação direta do céu, o uso de modelos tridimensionais (3D) e ilustrações (Barab *et al.*, 2000; Bishop, 1990; Domenech & Casasus, 1991; Dunlop, 2000; Gazit *et al.*, 2005; Stahly *et al.*, 1999). A necessidade de recorrer a ilustrações e modelos 3D para o ensino da Astronomia é importante dada, por exemplo, a impossibilidade de observar a distância real entre a Terra e o Sol, assim como as suas dimensões, o que dificulta a compreensão de grande parte dos fenómenos astronómicos observados a partir da Terra (Bryce & Blown, 2013), como tal, o uso destas representações têm vindo a ser sugeridas por Afonso López *et al.* (1995), Barrabín (1995), Camino (1995), Canalle (1994a, 1994b), Estalella (1986), Kriner (2004), Osborne (1991) e Peña & Quílez (2001).

Inúmeras potencialidades têm sido reconhecidas às ilustrações e modelos 3D, designadamente: auxiliar na resolução de problemas, promover a discussão, o raciocínio, a tomada de decisões e o desenvolvimento e aprendizagem de conceitos científicos. Tal é facilitado pelas relações que se podem estabelecer entre os elementos visuais das representações e os conceitos científicos (Cook *et al.*, 2008; Fiore *et al.*, 2003; Gilbert, 2008a, 2008b; Lelliott &

Rollnick, 2010; Matthewson, 1999; Phillips *et al.*, 2010; Rapp & Kurby, 2008; Tufte, 2001; Uttal & O'Doherthy, 2008; Zhang, 1997).

De igual modo, as orientações curriculares do 3.º ciclo do Ensino Básico de Ciências Físicas e Naturais sugerem, para o estudo e exploração do tema “Terra no Espaço”, o recurso a modelos 3D para se simularem, com material laboratorial, alguns fenómenos celestes de modo a que os alunos os possam compreender (DEB, 2001). Neste contexto as atividades laboratoriais, que recorrem à utilização de modelos 3D na sala de aula, podem ser de vários tipos: Visualização de Modelos Estáticos, Visualização de Modelos Dinâmicos, Exploração de Modelos e Construção de Modelos (Dourado & Leite, 2008). No caso das atividades de visualização de modelos estáticos, é apresentado aos alunos um modelo do fenómeno cuja estrutura não é alterável, pelo que o modelo mantém sempre as mesmas características. Este tipo de atividades visa, essencialmente, a descrição da estrutura ou a constituição de algo (Kirbach & Schmidt, 1976, citado por Dourado & Leite, 2008). No que diz respeito às atividades de visualização de modelos dinâmicos, estas diferem do tipo de atividade anterior por corresponderem a representações de estruturas, que sofrem alterações ao longo do tempo em que decorre a atividade, sob condições inerentes ao próprio modelo e que não é possível alterar (Dourado & Leite, 2008). Relativamente às atividades de exploração de modelos, estas possibilitam a análise, por analogia, de um fenómeno sob diversas condições (Dourado & Leite, 2008), uma vez que os alunos, quando confrontados com o modelo 3D, têm a possibilidade de interagir com ele, através da manipulação e controlo de variáveis, com o intuito de observarem os efeitos dessa interação (Dourado & Leite, 2008). Deste modo, através da manipulação do modelo 3D, os alunos podem vir a compreender o funcionamento de um fenómeno em diferentes condições. Por último, há a considerar as situações correspondentes às atividades de construção de modelos, em que é solicitado aos alunos a construção de modelos 3D representativos de um dado fenómeno, através de um processo prévio de planificação. Os processos podem apresentar graus de abertura variáveis, dependendo da diferente forma de o concretizar, podendo o aluno, nesse processo de modelização, ter maior ou menor liberdade de ação (Dourado & Leite, 2008).

Quanto às ilustrações, estas podem surgir de diferentes formas e serem mais ou menos abstratas: diagramas, desenhos, fotografias, mapas conceituais, tabelas e gráficos (Postigo & López-Manjón, 2012). Estas ilustrações são frequentemente encontradas nos manuais escolares, sendo neles inseridas porque tornam os manuais escolares mais atraentes, ajudam a ilustrar

conceitos e facilitam a compreensão de conceitos pelo estabelecimento de relações entre os elementos da ilustração e os elementos que se pretendem representar (Peña & Quílez, 2001).

Apesar do amplo reconhecimento da importância das representações, em particular das ilustrações e modelos 3D, na aprendizagem, essa valorização não é consensual (Dagher, 1994). Algumas investigações sugerem que as representações, nem sempre melhoram a compreensão científica dos alunos, podendo até induzir a concepções alternativas e gerar dificuldades de raciocínio (Wu & Krajcik, 2006). Tal deve-se, em parte, ao facto de não bastar apenas usar modelos 3D e ilustrações, na sala de aula, para que a aprendizagem seja significativa, é necessário que estes sejam de boa qualidade e que sejam inseridos em atividades de cariz construtivista (Kavanagh *et al.*, 2005). Para além disso, estes modelos 3D e ilustrações requerem a capacidade dos alunos visualizarem no espaço, de reconhecerem e compreenderem as relações funcionais e estruturais entre o modelo ou ilustração e o conceito a aprender, bem como as suas limitações, de modo a descodificarem, corretamente, o conjunto de informações neles contido (Tartre, 1990). Na verdade, uma má interpretação das representações, como modelos 3D e ilustrações, pelos alunos, foi também destacada num estudo desenvolvido por Dyche *et al.* (1993), Thiele & Treagust (1991) e Treagust (1993), onde relataram que certos alunos assimilam o modelo 3D, em vez dos conceitos científicos que a representação se destina a ilustrar.

No que se refere às ilustrações, algumas, presentes nos manuais escolares, apresentam erros conceituais ou a falta de informações relevantes, podendo reforçar ou gerar concepções alternativas nos alunos (Canalle, 2003). Um exemplo deste tipo de representações surge quando é representado o Sistema Solar, pois, por vezes, este é apresentado sem se considerar uma escala para representar as distâncias dos planetas, entre si, ou o seu tamanho relativo, ou sem ser apresentada qualquer referência no texto que as explicita (Canalle, 1994a, 1994b; Leite & Hosoume, 2005).

Lee (2010) apresentou evidências sobre o facto de muitas ilustrações, utilizadas para descrever a órbita da Terra, poderem ser responsáveis pelo surgimento e reforço da concepção alternativa de que as estações do ano ocorrem devido à forma elíptica da órbita da Terra. O seu estudo compreendeu 652 alunos, do 9.º nível de ensino, de uma escola de um bairro metropolitano dos Estados Unidos. Aos alunos foi solicitado, antes da leção do assunto estações do ano, que preenchessem um breve questionário. Neste questionário, os alunos tinham que explicar o facto de ser mais quente no verão e mais frio no inverno. Posteriormente,

os alunos teriam que analisar a resposta dada, observando, para tal, uma imagem semelhante às do seu manual escolar. Foi ainda solicitado aos alunos que observassem, atentamente, uma imagem representativa da órbita da Terra em torno do Sol, concebida pelo autor, e que respondessem, de novo, às questões iniciais. Os dados recolhidos, aquando do preenchimento do questionário, pré e pós-diagramas, permitiu concluir que os diagramas influenciaram a compreensão dos alunos sobre a causa das estações do ano, e que determinadas características dos diagramas, como sombreamento ou formas sobrepostas, podem influenciar o raciocínio do aluno.

Trundle, Atwood & Christopher (2007), num estudo com 48 alunos (26 raparigas e 22 rapazes), de uma escola suburbana de Midwestern nos Estados Unidos, e com idades compreendidas entre os nove e os onze anos, analisaram a influência da observação do céu e do uso de modelos 3D na compreensão das fases da Lua. Para tal, desenvolveram uma sequência de ensino que consistia na observação direta do céu e no uso e manipulação de modelos 3D, por parte dos alunos. Os alunos começaram por efetuar uma previsão da aparência da Lua, ao longo de nove semanas, representando-a na forma pictórica. Estas representações foram posteriormente confrontadas com a observação direta do céu. Após os alunos desenharem as fases da Lua foram usados modelos 3D, de modo a que os alunos procurassem explicar a ocorrência das fases da Lua. A eficácia desta estratégia foi analisada comparando as respostas apresentadas pelos alunos, antes e após a intervenção. A recolha de dados, após a intervenção, foi complementada com entrevistas realizadas a 10 alunos. Nestas entrevistas, os alunos foram convidados a usar e manipular modelos 3D, para evidenciar e explicar, como ocorrem as fases da Lua, na perspetiva de um observador na Terra e na perspetiva de um observador localizado fora da Terra. Foram usados dois tipos de modelos. Um dos modelos era constituído por esferas de plástico, lâmpada e pelo próprio aluno, em que a sua cabeça representava a Terra e, situada no comprimento do seu braço, encontrava-se uma esfera branca, que representava a Lua. Os resultados indicaram que os alunos, antes da lecionação de conteúdos, não possuíam conhecimento cientificamente aceite sobre as fases da Lua, enquanto os resultados obtidos, após a sequência de ensino utilizada, revelaram uma evolução concetual na compreensão das fases da Lua. De acordo com os autores, os resultados obtidos sugerem que a observação de fenómenos do quotidiano e o uso e manipulação de modelos 3D contribuem para que os alunos desenvolvam uma compreensão dos conceitos científicos.

Rennie *et al.* (2010) analisaram o uso de modelos 3D para a abordagem de temas de Astronomia, designadamente a Terra, o Sistema Solar e o Universo. Os modelos 3D encontravam-se inseridos em *kits* de Ciências, os quais incluíam fichas de trabalho para os alunos, guiões de utilização para os professores, materiais e equipamentos. Os *kits* destinavam-se a alunos dos quatro aos sete anos de idade, a frequentar escolas com pouco recursos na Austrália Ocidental. As atividades sugeridas eram diversificadas e proporcionavam aos alunos oportunidades para se envolverem em atividades práticas de tipo investigativo. Os *kits* foram utilizados em quatro escolas por quatro professores, tendo os docentes reconhecido que estes oferecem uma nova abordagem para o ensino da Astronomia, que os alunos aprendem com modelos 3D quando são selecionadas atividades adequadas para eles, que estes modelos 3D contribuem para promover o interesse pelas Ciências e que quando as diferentes atividades se relacionam entre si, o envolvimento dos alunos é maior, o que resulta numa maior compreensão conceitual.

Em suma, é essencial que o professor e os autores dos manuais escolares considerem que os modelos e ilustrações são sujeitos a interpretação e não são apenas simples reproduções visuais autoevidentes, autoexplicativas e benéficas, por si mesmas (Otero, 2004; Otero *et al.*, 2003). A fim de garantir a sua devida interpretação, pelos alunos, são necessárias instruções específicas por parte do professor (Peña & Quílez, 2001), uma vez que muitas das representações podem revelar dificuldades de compreensão científica conceitual, podendo ainda contribuir para induzir ou reforçar conceções alternativas dos alunos sobre fenómenos astronómicos (Bizzo, 1996; Canalle *et al.*, 1997).

CAPÍTULO III – OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO ASSOCIADA AO PROJETO DE INTERVENÇÃO

Tendo em conta que os alunos, da turma de intervenção pedagógica, apresentam dificuldades em compreender o tema Astronomia, que os manuais escolares apresentam, por vezes, representações desadequadas no tema a investigar, que as ilustrações e os modelos 3D têm vindo a ser recomendados como recursos para o ensino de fenómenos astronómicos, desde que inseridos numa perspetiva construtivista, este estudo pretende dar resposta às seguintes questões:

- ❖ Quais as ideias dos alunos sobre assuntos de Astronomia antes do ensino do tema?
- ❖ Em que medida o uso de modelos 3D e ilustrações, inseridos numa perspetiva de ensino construtivista, contribuíram para a evolução das ideias iniciais dos alunos?

CAPÍTULO IV – CARACTERIZAÇÃO DA INTERVENÇÃO E DA INVESTIGAÇÃO A ELA ASSOCIADA

Esta secção descreve o plano geral da metodologia de ensino e recursos utilizados durante a intervenção pedagógica, bem como o instrumento de recolha de dados e os procedimentos para recolha dos mesmos.

4.1. Metodologia de Ensino e Recursos Didáticos Usados

Nesta intervenção pedagógica abordaram-se os assuntos: dimensões do Sistema Solar, modelos do Sistema Solar (Modelos Geocêntricos, de Aristóteles e Ptolomeu, e Modelo Heliocêntrico), distâncias do Sistema Solar, características dos planetas do Sistema Solar, sucessão dos dias e das noites, estações do ano, fases da Lua e eclipses da Lua e do Sol. Tendo em conta a planificação do tema “Terra no Espaço”, decidida pelo grupo de Física e Química, da escola onde foi efetuada a intervenção pedagógica, procurou-se que os alunos atingissem os seguintes objetivos: (1) identificar e distinguir os diferentes astros do Sistema Solar; (2) estabelecer comparações entre as dimensões e distâncias relativas dos planetas do Sistema Solar, entre si e, comparativamente com o Sol; (3) caracterizar os modelos geocêntrico e heliocêntrico, enquadrando-os historicamente; (4) reconhecer que as órbitas dos planetas do Sistema Solar são aproximadamente circulares; (5) ordenar os planetas de acordo com a distância ao Sol e classificá-los quanto à sua constituição e localização relativa; (6) identificar as principais características dos planetas do Sistema Solar, comparando-as com as do planeta Terra e evidenciando o que faz da Terra um planeta com vida; (7) indicar o período de rotação da Terra e as consequências do movimento de rotação da Terra para a sucessão dos dias e das noites; (8) interpretar as estações do ano, com base no movimento de translação da Terra e na inclinação do seu eixo de rotação relativamente ao plano da órbita; (9) compreender a desigualdade na duração dos dias e das noites, ao longo do ano, conforme a localização geográfica, assim como a variação da inclinação dos raios solares no mesmo local e à mesma hora solar, ao longo do ano; (10) identificar a Lua como o único satélite natural da Terra e explicar por que razão, da Terra, se vê sempre a mesma face da Lua e porque ocorrem as fases

da Lua; e (11) interpretar a ocorrência de eclipses da Lua e do Sol, indicando a razão da não ocorrência de eclipses todos os meses.

A lecionação dos assuntos anteriormente mencionados, teve subjacente o modelo de ensino orientado para a mudança conceitual, com o objetivo de contribuir para a (re)construção do conhecimento científico dos alunos. Segundo Sequeira & Duarte (1991), o modelo de ensino orientado para a mudança conceitual inclui as seguintes fases: (1) introdução, que incide na motivação para o estudo do assunto/problema e na consciencialização, pelos alunos, das suas ideias prévias, entre elas as suas conceções alternativas; (2) reestruturação das conceções alternativas, que se foca na testagem das conceções alternativas perfilhadas pelos alunos, conduzindo desejavelmente ao conflito cognitivo e à resolução do conflito; (3) aplicação, que se baseia na aplicação das novas ideias a novas situações; e (4) revisão/reflexão, que consiste na ponderação, pelos alunos, das suas ideias prévias e sobre o processo de mudança/evolução das mesmas.


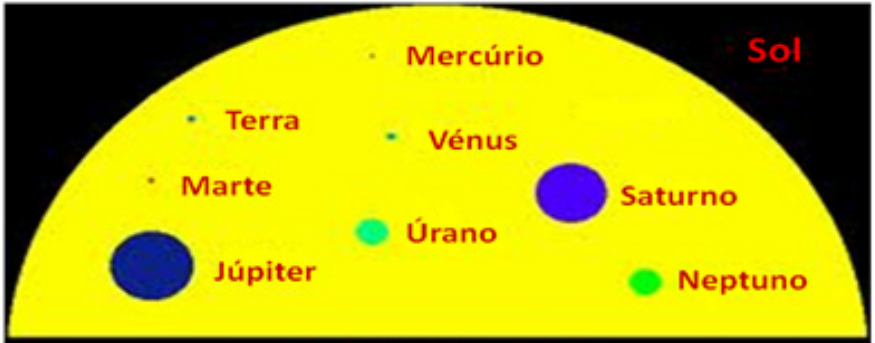
A razão da implementação deste modelo de ensino deve-se à existência de conceções alternativas que os alunos possuem no tema Astronomia, evidenciadas no pré-teste, e no facto de a literatura ter vindo a mostrar que estas são resistentes ao ensino, quando não são devidamente tratadas (Baxter, 1989; Langhi & Nardi, 2010; Trumper, 2001). Com o intuito de ajudar os alunos a resolver o conflito cognitivo e a reestruturar as suas ideias foram usadas atividades com modelos 3D, construídos a partir de material de baixo custo, e/ou atividades de interpretação de ilustrações. Dado que os modelos 3D têm subjacente analogias e que, se estas não forem devidamente exploradas, podem não ser eficazes pois: (1) a analogia pode ser interpretada como o conceito em estudo; (2) pode não ocorrer um raciocínio analógico que leve à compreensão da analogia; (3) a analogia pode não ser reconhecida como tal, não ficando explícita a sua utilidade; e (4) os alunos podem centrar-se nos aspetos positivos da analogia e desvalorizarem as suas limitações (Duarte, 2005), tiveram-se cuidados no uso dos modelos 3D em sala de aula. Assim, a abordagem dos modelos 3D, foi efetuada tendo em conta o Modelo de Ensino com Analogias ("Teaching with Analogies"), abreviadamente TWA (Glynn *et al.*, 1994, citado por Duarte, 2005). Este modelo compreende seis etapas: (1) introduzir o conceito alvo a ser estudado; (2) apresentar a situação análoga; (3) identificar os aspetos semelhantes entre o conceito alvo e o análogo e as características relevantes do análogo; (4) mapear similaridades entre análogo e alvo; (5) identificar onde falha a analogia; e (6) esboçar as conclusões sobre o alvo (Harrison & Treagust, 1993, citado por Duarte, 2005).

No que diz respeito ao tipo de modelos 3D utilizados, estes estavam relacionados com atividades do tipo “visualização de modelos estáticos” e “visualização de modelos dinâmicos” (Dourado & Leite, 2008), uma vez que, aos alunos, eram apresentados modelos de fenómenos astronómicos, com estrutura inalterável, que mantinham sempre as mesmas características, mas também lhes era solicitado para explorarem modelos que correspondiam a representações de estruturas que sofriam alterações ao longo do tempo em que decorria a atividade, sob condições inerentes ao próprio modelo e que não era possível alterar (Dourado & Leite, 2008). Quanto à operacionalização dos modelos 3D, optou-se por, a maioria das vezes, ser o professor a manipulá-los. O facto de não ter sido entregue um modelo 3D a cada grupo de trabalho, deve-se à falta de material; às condições das salas de aula, designadamente em termos de luz; e ao tipo de alunos envolvidos, com elevadas dificuldades de atenção e concentração, sendo mais importante que os alunos discutissem as suas ideias, do que manipulassem o modelo 3D.


A fase aplicação do modelo de ensino orientado para a mudança conceitual foi levada a cabo, por vezes, solicitando aos alunos uma análise crítica de ilustrações desadequadas retiradas de manuais escolares ou efetuadas pelos próprios alunos, aquando do pré-teste. As atividades de aula foram realizadas pelos alunos em grupos de trabalho, constituídos por dois alunos, sendo posteriormente a discussão alargada à turma. Os grupos de alunos tiveram em conta a disposição dos alunos na sala de aula. Assim, cada aluno trabalhou com o colega de mesa, pois era assim que os alunos estavam habituados a trabalhar nas outras aulas. É ainda de salientar que algumas das estratégias desenvolvidas, foram adaptadas de algumas propostas para a abordagem do tema, designadamente do projeto *Nuffield Physics 2008* e do *Institute of Physics* (IOP). A implementação da estratégia decorreu ao longo de 14 aulas de 45 minutos.

O Quadro 1 apresenta uma síntese geral das aulas referentes à intervenção pedagógica. Neste Quadro, apresenta-se a sequência dos conteúdos abordados, a qual foi consensualizada com a professora acompanhante, bem como as atividades desenvolvidas, em especial aquelas que envolveram a utilização de modelos 3D e ilustrações. Estas atividades com modelos 3D e ilustrações decorreram nas aulas 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13 e 14. É de notar que antes da abordagem do tema Astronomia foi solicitado, aos alunos, que durante cerca de cinco semanas observassem a Lua e efetuassem registos usando para tal uma ficha de registo das fases da Lua (Anexo 1). Esta ficha foi recolhida e usada para construir atividades para as aulas 11 e 12 (Quadro 1).


Quadro 1: Síntese geral das aulas referentes à intervenção pedagógica.

Aula	Assunto	Atividade
1	Corpos celestes do Sistema Solar	<p>Foi solicitado aos alunos que relembassem quais os corpos celestes constituintes do Sistema Solar;</p> <p>Alunos questionados sobre as dimensões relativas dos planetas do Sistema Solar;</p> <p>Confronto das ideias dos alunos, sobre as dimensões relativas dos planetas do Sistema Solar, através da utilização de objetos familiares (frutas, legumes, bola de futebol, etc.) (Figura 1);</p>  <p>Figura 1: Comparação da dimensão relativa dos planetas do Sistema Solar.</p> <p>Apresentação de uma imagem, na qual se põe em evidência as dimensões do Sol com as dimensões dos restantes planetas (Figura 2);</p>  <p>Figura 2: Comparação da dimensão relativa dos planetas do Sistema Solar e o Sol.</p> <p>Alunos solicitados a representar, numa folha de papel, as posições relativas dos planetas do Sistema Solar e do Sol.</p>
2	Modelo Geocêntrico e Heliocêntrico	<p>Discussão das representações, efetuadas pelos alunos na aula anterior, em particular os modelos, geocêntrico e heliocêntrico, sugeridas;</p> <p>As ideias dos alunos foram confrontadas e reformuladas usando para tal a história da Astronomia, com destaque para os modelos geocêntrico e heliocêntrico (Ficha de Trabalho n.º 1, Anexo 2 – atividade adaptada do projeto Nuffield Physics 2008);</p> <p>Apresentação das características do modelo heliocêntrico.</p>

Quadro 1: Síntese geral das aulas referentes à intervenção pedagógica. (continuação)

Aula	Assunto	Atividade
3	Distâncias e posições relativas dos planetas do Sistema Solar	<p>Alunos questionados sobre as distâncias relativas das órbitas dos planetas do Sistema Solar, considerando a escala de 5 cm para representar a distância entre a Terra e o Sol e considerando o Sol e os planetas do Sistema Solar como pontos materiais;</p> <p>Confronto das representações dos alunos, através da representação do Sistema Solar, na parede da sala de aula, a partir de uma Tabela com a distância média entre os planetas do Sistema Solar e o Sol, representada na escala fornecida;</p> <p>Apresentação de uma ilustração do manual escolar, representativa do Sistema Solar, para os alunos analisarem criticamente (Figura 3).</p>  <p>Figura 3: O Sol e os planetas do Sistema Solar.</p>
4	Características dos planetas do Sistema Solar	<p>Atribuição de um determinado planeta do Sistema Solar, aos diferentes grupos de alunos, sobre o qual registaram o que sabiam sobre ele, assim como o que gostariam de saber, através da formulação de questões;</p> <p>Procura de resposta às questões formuladas.</p>
5	Sucessão dos dias e das noites	<p>Análise pelos alunos de algumas representações tipo, efetuadas aquando do pré-teste, sobre as causas para a sucessão dos dias e das noites;</p> <p>Análise e discussão das ideias dos alunos com auxílio de um modelo 3D, constituído por lâmpada e globo terrestre (Ficha de Trabalho n.º 2 – Anexo 3).</p>
6	Fusos horários e movimento aparente do Sol e de outros corpos celestes	<p>Grupos de alunos questionados sobre se a hora local será a mesma em todos os pontos do planeta e sobre se ao longo do dia a posição do Sol varia;</p> <p>Confronto das ideias dos alunos através da operacionalização de um modelo 3D, constituído por lâmpada e globo terrestre, sobre o qual os alunos concluíram que a hora local não pode ser igual para todos os pontos da Terra, devido ao seu movimento de rotação.</p>

Quadro 1: Síntese geral das aulas referentes à intervenção pedagógica. (continuação)

Aula	Assunto	Atividade
7	As estações do ano	<p>Análise das respostas dos alunos a um “<i>concept cartoon</i>” sobre as causas para as estações do ano e construído com base nas concepções alternativas identificadas no pré-teste (Figura 4);</p> 
8	Solstícios e Equinócios	<p>Figura 4: Diferentes opiniões para a causa das estações do ano.</p> <p>Análise e discussão das ideias dos alunos com auxílio de um modelo 3D, constituído por lâmpada e globo terrestre, de modo a testar as ideias prévias dos alunos e a explicar cientificamente a ocorrência das estações do ano;</p> <p>Alunos solicitados a representar numa folha de papel, usando o modelo heliocêntrico, o início das diferentes estações do ano, no hemisfério norte;</p> <p>Discussão sobre as representações dos alunos, referentes ao início das diferentes estações do ano, com identificação dos dias mais longo e mais curto do ano e das noites mais longa e mais curta do ano;</p> <p>Utilização de uma lanterna para explicação da variação da inclinação dos raios solares, no mesmo local e à mesma hora solar, ao longo do ano, através da observação da incidência da projeção dos seus raios luminosos na parede da sala de aula, a diferentes inclinações.</p>
10	Exercícios de Aplicação	Resolução de exercícios para o teste de avaliação.

Quadro 1: Síntese geral das aulas referentes à intervenção pedagógica. (continuação)

Aula	Assunto	Atividade
11	Fases da Lua	<p>Diálogo com os alunos sobre as suas observações da Lua (ex.: algumas características da Lua e fases da Lua) e importância das missões lunares;</p> <p>Alunos solicitados a realizarem uma atividade com modelos 3D para compreenderem por que razão um observador na Terra observa as fases da Lua e por que razão a Lua tem sempre a mesma face voltada para a Terra;</p>
12	Ciclo da Lua	<p>Introdução do conceito de ciclo da Lua, mês sinódico e mês sideral, a partir de uma sequência de ilustrações sobre os diferentes aspetos da Lua, durante igual período ao qual os alunos efetuaram os seus registos das fases da Lua;</p> <p>Discussão, sobre a ocorrência das fases da Terra, para um observador na Lua (Ficha de Trabalho n.º 3 – Anexo 4).</p>
13	Eclipse da Lua	<p>Visualização de um vídeo, sobre um eclipse da Lua;</p> <p>Alunos questionados sobre o fenómeno astronómico observado;</p> <p>Discussão acerca dos fenómenos astronómicos fases da Lua e eclipse lunar;</p> <p>Realização de uma atividade com um modelo 3D (constituído por uma lanterna e duas bolas pequenas, de diferentes dimensões), de modo a promover a visualização da zona de sombra e de penumbra;</p> <p>Apresentação da explicação para o fenómeno eclipse da Lua a partir da leitura de um texto com uma ilustração complementar (Ficha de Trabalho n.º 4 – Anexo 5).</p>
14	Eclipse do Sol	<p>Alunos solicitados a descrever o fenómeno eclipse do Sol, a partir da visualização de um vídeo ilustrativo do fenómeno;</p> <p>Alerta dos alunos sobre os cuidados a ter na observação de um eclipse do Sol;</p> <p>Análise pelos alunos de algumas representações tipo, efetuadas aquando do pré-teste, sobre as causas para a ocorrência de um eclipse solar (Figura 5);</p> <div data-bbox="568 1431 1394 1836" data-label="Image"> </div> <p>Figura 5: Algumas representações dos alunos, efetuadas aquando do pré-teste, sobre as causas para a ocorrência de um eclipse solar.</p>

Quadro 1: Síntese geral das aulas referentes à intervenção pedagógica. (continuação)

Aula	Assunto	Atividade
14 (cont)	Eclipse do Sol	Confronto das ideias dos alunos, através da utilização de um modelo 3D, para ilustrar a ocorrência do fenómeno celeste, constituído por um globo terrestre, lâmpada e uma esfera de pequenas dimensões; Alunos questionados sobre o facto de, durante um eclipse solar, a Lua ocultar o Sol, apesar do seu tamanho relativo muito reduzido, comparativamente com o tamanho relativo do Sol e sobre o facto de os eclipses solares totais, apenas serem visíveis em determinadas zonas do planeta Terra.

4.2. Metodologia de Investigação

Os dados foram recolhidos com o auxílio de um questionário (Anexo 6), que serviu como pré e como pós-teste. Optou-se pela recolha de dados por questionário porque, segundo Rojas (2001), este instrumento é adequado quando se pretende efetuar as mesmas questões a um número de alunos considerável, embora tendo consciência, tal como defendem Gall *et al.* (1996), de que o questionário não permite um aprofundamento das ideias dos alunos. O pré-teste teve como objetivo averiguar quais as conceções que os alunos possuem na temática Astronomia e o modo como representam as suas ideias. O pós-teste contribuiu para analisar em que medida as conceções dos alunos, no tema Astronomia, bem como as suas representações, sofreram evolução. O questionário foi adaptado de alguns estudos já efetuados sobre o tema, isto é, dos estudos de Barnett & Morran (2002), Hannust & Kikas (2007), Peña & Quílez (2001) e Trumper (2001), sendo maioritariamente constituído por questões abertas. Foram também introduzidas algumas questões de escolha múltipla, solicitando-se uma justificação para a sua seleção. Este pedido de justificação procurou evitar resultados vagos e imprecisos (Tamir, 1990).

Relativamente ao período de recolha de dados, o pré-teste foi aplicado no 2.º período letivo de 2012/2013, no início do mês de março, tendo sido o pós-teste aplicado, nas mesmas circunstâncias, no início do mês de junho e, duas semanas após a implementação da intervenção pedagógica. O pré e o pós-teste foram aplicados em condições de exame, em aulas de 45 minutos. Responderam ao pré-teste 23 alunos e ao pós-teste 20 alunos, tendo esta discrepância sido devida à falta de assiduidade dos alunos. Como a intervenção teve como objetivo analisar como evoluíram as ideias e as representações dos alunos, como resultado da

estratégia de ensino, apenas se analisaram os questionários dos alunos que responderam simultaneamente ao pré e ao pós-teste, 19 alunos.

Uma vez preenchidos os questionários foi-lhes atribuído um código constituído por um número, a que correspondia um dado aluno, e pela palavra “Pré” ou “Pós”, consoante se tratava do pré ou do pós-teste, respetivamente. Começou-se por analisar as respostas dos alunos às questões do pré-teste, pois esta análise serviu de suporte para a formulação de atividades de aula, utilizadas durante a implementação da estratégia de ensino. As respostas ao pré e pós-teste foram alvo de uma análise de conteúdo (Bardin, 1977), tendo-se formado categorias de resposta. Algumas dessas categorias foram formadas *a priori*, enquanto outras, *a posteriori*. Para cada categoria de resposta, calcularam-se frequências de resposta. As categorias de resposta usadas neste estudo foram: (1) respostas cientificamente aceites, quando a resposta continha as ideias científicas principais para uma explicação correta e fundamentada da situação contemplada pela questão; (2) respostas incompletas, que revelavam que os alunos possuíam, apenas, alguns indícios de ideias cientificamente aceites; (3) respostas que evidenciam conceções alternativas, que, ou não continham aspetos cientificamente aceites, ou continham, em simultâneo, aspetos cientificamente aceites e não aceites; (4) não responde, quando o aluno não fornecia qualquer resposta; e (5) outras, quando a resposta não se englobava em nenhuma das referidas categorias. Para além disso, foram identificadas as conceções alternativas e calculadas as respetivas frequências.

CAPÍTULO V – ANÁLISE DOS RESULTADOS DA INTERVENÇÃO

Neste capítulo são apresentados, analisados e discutidos os resultados obtidos com o estudo desenvolvido, com vista a alcançar o objetivo inicialmente definido para o mesmo. Esses resultados foram obtidos através da implementação de um questionário, o qual foi administrado para averiguar as concepções alternativas que os alunos possuíam no tema Astronomia, assim como as representações que efetuam dos fenómenos astronómicos, antes e após a intervenção pedagógica. As informações recolhidas, com esse instrumento de recolha de dados, foram integradas em quatro secções, referentes aos diferentes assuntos abordados, incluindo em cada uma delas, os dados relativos ao estudo para cada um dos assuntos.

5.1. Fases da Lua

No que diz respeito ao assunto “Fases da Lua”, foram colocadas duas questões aos alunos. Na Tabela 2 apresentam-se os resultados das respostas dos alunos à questão: “Desenha as fases da Lua que conheces, para o hemisfério norte, e faz a sua legenda”. Estes resultados são referentes aos questionários antes e após a implementação da estratégia de ensino.

Tabela 2: Evolução das ideias dos alunos no assunto fases da Lua N=19

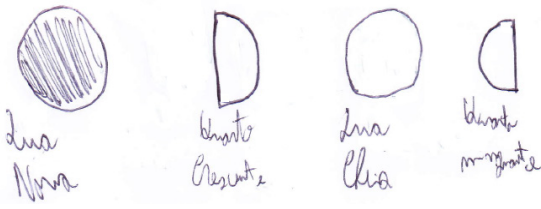
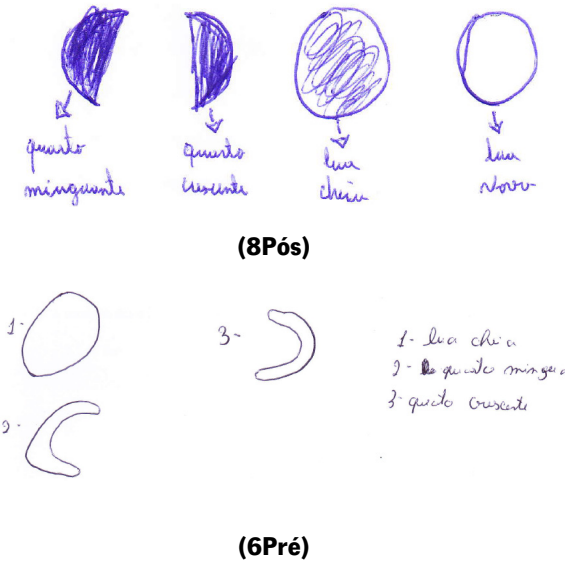
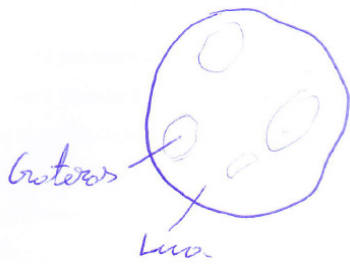
Categorias de Resposta	Exemplos de representações dos alunos	Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Cientificamente Aceite	 <p>(3Pós)</p>	0	3	+ 3

Tabela 2: Evolução das ideias dos alunos no assunto fases da Lua N=19 (continuação)

Categorias de Resposta	Exemplos de representações dos alunos	Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Revela concepções alternativas	 <p>(8Pós)</p> <p>(6Pré)</p>	17	16	- 1
Outras	 <p>(10Pré)</p>	2	0	- 2

Como se pode constatar pela análise da Tabela 2, a maioria dos alunos, antes da intervenção pedagógica, apresentava respostas que evidenciavam concepções alternativas (n=17). No que concerne às concepções alternativas identificadas, verificou-se que os alunos confundem as fases da Lua “quarto crescente” com “quarto minguante”, para o hemisfério norte. De igual modo, alguns alunos também não distinguem a fase “Lua cheia” e a fase “Lua nova”. Para além disso, constata-se que, embora em alguns casos, os alunos identifiquem as fases da Lua, a sequência pela qual a apresentam não é a cientificamente aceite. Acresce ainda que alguns alunos parecem não conhecer as designações de “quarto crescente” e “quarto minguante”, pois designam estas fases por “meia Lua” e “Lua decrescente”. Existem ainda dois alunos que não efetuam qualquer identificação das fases da Lua e, apenas representam um esboço da Lua com as suas crateras ou a reprodução do enunciado da seguinte questão, como tal as suas respostas

inserem-se na categoria “outras”. As concepções alternativas continuam a prevalecer após o ensino, sendo as mais comuns o facto de os alunos não apresentarem a sequência correta das fases da Lua e confundirem as fases “quarto crescente” e “quarto minguante”. Deste modo, verifica-se que houve pouca evolução, em termos da identificação dos alunos das fases da Lua, uma vez que, após o ensino, as concepções alternativas continuam a predominar como principal categoria de resposta apresentada. Contata-se ainda que, antes do ensino, nenhum aluno foi capaz de identificar e representar, de modo cientificamente aceite, as fases da Lua e a sequência por que se observam. Após o ensino, verifica-se uma evolução (+3), no que diz respeito à apresentação de respostas cientificamente aceites.

Relativamente à segunda questão sobre fases da Lua, os alunos foram convidados a explicar por que razão a Lua apresenta mudanças na sua aparência, com base nas seguintes ilustrações, relativas ao aspeto da Lua em uma noite e algumas noites mais tarde.

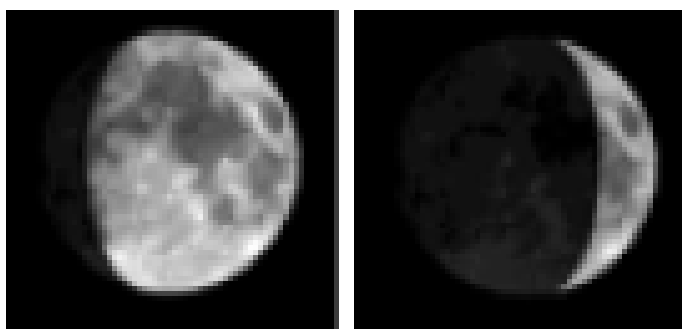


Figura 6: Aspetos diferentes que a Lua apresenta após algumas noites.

Os resultados da análise das respostas dos alunos a esta questão são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Evolução das ideias dos alunos referentes à explicação para a existência de fases da Lua N=19

Categorias de Resposta	Exemplos de resposta dos alunos	Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Cientificamente Aceite	—	0	0	0

Tabela 3: Evolução das ideias dos alunos referentes à explicação para a existência de fases da Lua
N=19 (continuação)

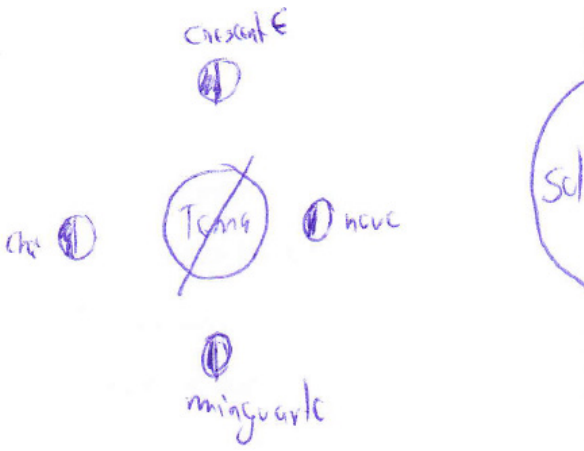
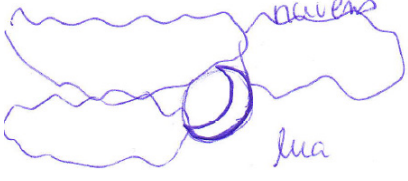
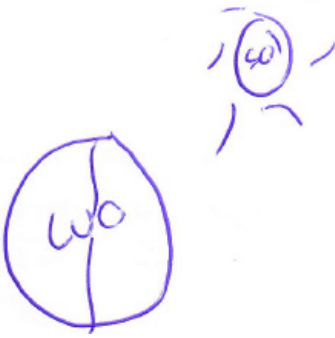
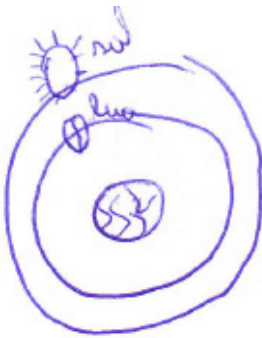
Categorias de Resposta	Exemplos de resposta dos alunos	Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Incompletas	 <p>(14Pós)</p>	0	8	+ 8
Revela concepções alternativas	<p>As fases da Lua ocorrem quando as nuvens cobrem parte da Lua</p>  <p>“As nuvens tapam-na e tem tendência a ficar deste modo.”</p> <p>(2Pré)</p>	1	0	- 1
	<p>As fases da Lua formam-se a partir da iluminação do Sol sobre a Lua</p>  <p>“O Sol bate na Lua.”</p> <p>(18Pré)</p>	3	0	- 3

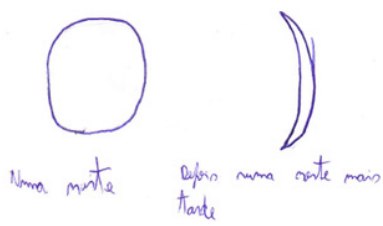
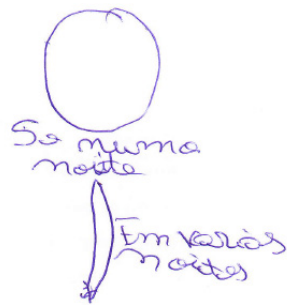

Tabela 3: Evolução das ideias dos alunos referentes à explicação para a existência de fases da Lua N=19 (continuação)

Categorias de Resposta	Exemplos de resposta dos alunos		Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Revela concepções alternativas	As fases da Lua ocorrem quando há alteração das estações do ano	<p>“A Lua muda de forma quando se muda de estação.”</p> <p>(15Pré)</p>	1	0	- 1
	As fases da Lua ocorrem quando o Sol se move à volta da Lua e da Terra	 <p>“O Sol vai-se movendo por detrás da Lua e à volta da Terra e assim só ilumina uma parte da Lua.”</p> <p>(9Pré)</p>	1	0	- 1
	As fases da Lua ocorrem devido ao movimento de rotação da Lua	<p>“Com o movimento de rotação o aspeto da Lua vai mudando.”</p> <p>(3Pós)</p>	0	2	+ 2
Não respondem	—		1	1	0
Outras	—		12	8	- 4

Como se pode constatar pela análise da Tabela 3 quando foi solicitado, aos alunos, para explicarem as fases da Lua, nenhum aluno, nem antes nem após o ensino, conseguiu apresentar uma resposta cientificamente correta. No entanto, após o ensino, verificou-se uma

evolução nas respostas dos alunos, embora de um modo incompleto (+8). Nestas respostas, os alunos omitem o movimento de translação da Lua em torno da Terra, como contributo para a formação das fases da Lua, embora as suas representações pareçam indicar que a Lua varia a sua posição ao redor da Terra. Verifica-se também, pela Tabela 3, que seis dos alunos, antes da intervenção pedagógica, apresentavam concepções alternativas. No que diz respeito às concepções alternativas identificadas, os alunos consideram que as fases da Lua: ocorrem quando as nuvens cobrem parte da Lua; ocorrem quando há alteração das estações do ano; ocorrem quando o Sol se move à volta da Lua e da Terra; ocorrem devido ao movimento de rotação da Lua, sendo esta concepção alternativa apenas identificada após o ensino; e formam-se a partir da iluminação do Sol sobre a Lua, não atribuindo qualquer movimento à Lua. Esta última concepção alternativa é a mais predominante antes do ensino. Ainda referente à concepção alternativa de que as fases da Lua se formam a partir da iluminação do Sol sobre a Lua, é de salientar que nesta concepção alternativa, ao contrário da concepção alternativa “as fases da Lua ocorrem quando as nuvens cobrem parte da Lua”, os alunos parecem ter consciência de que a iluminação do Sol é um aspeto importante na formação das fases da Lua, embora pareçam não conhecer a dinâmica Sol-Terra-Lua. É ainda de referir que existe um elevado número de respostas inseridas na categoria “outras”, quer antes (n=12), quer após o ensino (n=8) (Tabela 3). Esta elevada frequência de respostas, resulta do facto de os alunos não apresentarem uma resposta causal para o fenómeno fases da Lua. Em vez disso, apenas efetuam uma reprodução do enunciado da questão ou ilustram as fases da Lua (Quadro 2).

Quadro 2: Exemplos de algumas respostas dos alunos inseridos na categoria “Outras”.

Exemplos de algumas respostas dos alunos inseridas na categoria “Outras”		
 <p>(3Pré)</p>	 <p>(8Pós)</p>	 <p>“Com o tempo está a ficar de Lua cheia para Lua minguante.”</p> <p>(5Pré)</p>

Em suma, no que se refere ao assunto fases da Lua, constata-se que os alunos, após o ensino, continuam a revelar dificuldades em identificar as fases da Lua e em indicarem a sequência pela qual são observadas. No que se refere à explicação para as fases da Lua constata-se que embora nenhum aluno seja capaz, após o ensino, de apresentar uma explicação cientificamente correta, o número de respostas incompletas aumentou. Tendo em conta as estratégias e atividades de ensino usadas para abordar este assunto, estes resultados parecem indicar que a atividade, baseada na ficha de registo das fases da Lua, também implementada por Hans *et al.* (2008) não foi suficiente para estes alunos. Esta atividade de registo das fases da Lua é, segundo alguns autores (Lorite, 1988; Sharp, 1996), uma atividade imprescindível, no ensino da Astronomia, por permitir a construção de significados para a compreensão das fases da Lua, a partir da observação direta desse corpo celeste. Dado que esta estratégia não resultou com estes alunos, tal poderá estar relacionado com o elevado défice de atenção e concentração que os alunos possuíam. Assim, poderá ser necessário envolver os encarregados de educação nos registos que os alunos efetuam, o professor ir acompanhando diariamente os registos efetuados e ir solicitando aos alunos a análise dos padrões nos dados que vão recolhendo.

Em estudos semelhantes, desenvolvidos por Trumper (2001) e Lightman & Sadler (1993), sobre as causas apresentadas pelos alunos para as fases da Lua, antes do ensino, os resultados obtidos foram diferentes aos do presente estudo, uma vez que a frequência de respostas cientificamente aceites foi mais elevada. No entanto, o presente estudo assemelha-se à investigação desenvolvida por Trundle, Atwood & Christopher (2007), uma vez que nenhum dos alunos apresentou, antes do ensino, uma resposta cientificamente aceite. No que diz respeito às concepções alternativas, grande parte das que foram identificadas no presente estudo, foram também identificadas nas investigações de Baxter (1989), Langhi (2004), Peña & Quílez (2001), Stahly *et al.* (1999) e Trumper (2001).

5.2. Sucessão dos dias e das noites

No que concerne ao assunto sucessão dos dias e das noites foi solicitado, aos alunos, que respondessem a uma questão, na qual se pretendia analisar as representações e as explicações dos alunos para a ocorrência dos dias e das noites. Os resultados obtidos encontram-se sistematizados na Tabela 4.

Tabela 4: Evolução das ideias dos alunos sobre o assunto sucessão dos dias e das noites N=19

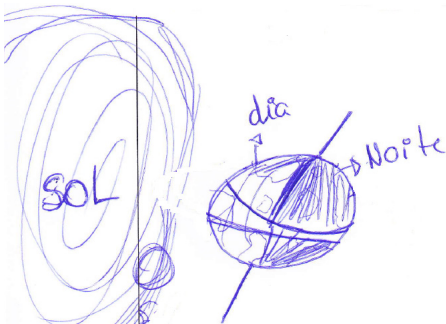
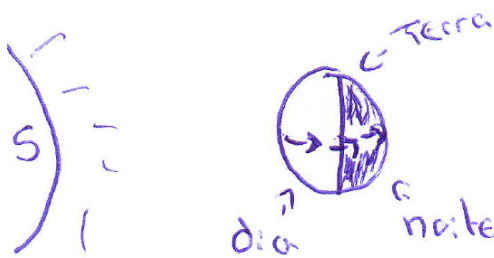

Categorias de Resposta	Exemplos de respostas dos alunos	Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Cientificamente Aceite	 <p>“A Terra gira sobre o seu eixo.”</p> <p>(2Pós)</p>	0	7	+ 7
	 <p>“A Terra ao rodar sobre o seu eixo (imaginário) faz com que uma parte fique iluminada, onde é dia, e outra que não é iluminada pelo Sol, onde é noite.”</p> <p>(18Pós)</p>			
Revela concepções alternativas	<p>A sucessão dos dias e das noites deve-se ao movimento de translação da Terra à volta do Sol</p>  <p>“Eu fiz o Sol com a Terra sempre, mas sempre a girar à volta dele e é por isso que os dias e as noites ocorrem.”</p> <p>(6Pré)</p>	8	1	- 7

Tabela 4: Evolução das ideias dos alunos sobre o assunto sucessão dos dias e das noites N=19 (continuação)

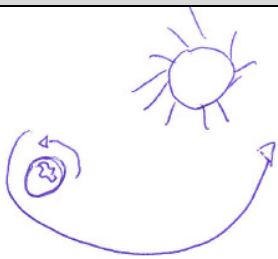
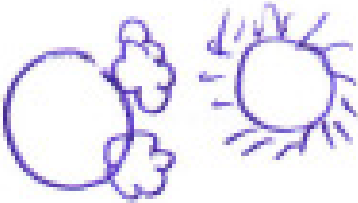

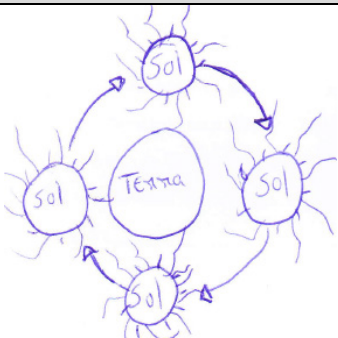
Categorias de Resposta	Exemplos de respostas dos alunos	Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Revela concepções alternativas	<p>A sucessão dos dias e das noites deve-se ao movimento de translação da Terra à volta do Sol e ao movimento de rotação da Terra</p>  <p>“A Terra move-se à volta do Sol e de si mesma e a parte que está virada para o Sol é dia e na outra parte da Terra é noite.” (7Pré)</p>	2	5	+ 3
	<p>A sucessão dos dias e das noites deve-se às nuvens que bloqueiam a luz do Sol</p>  <p>“A formação das nuvens por vezes impede que a luz do Sol passe para a Terra e isso faz com que seja noite.” (4Pré)</p>	1	0	- 1
	<p>A sucessão dos dias e das noites deve-se à sombra da Lua sobre a Terra</p>  <p>“Quando o planeta cá em Portugal está com Sol, do outro lado está noite, porque a Lua está a fazer sombra sobre a Terra.” (5Pré)</p>	1	0	- 1

Tabela 4: Evolução das ideias dos alunos sobre o assunto sucessão dos dias e das noites N=19 (continuação)

Categorias de Resposta	Exemplos de respostas dos alunos		Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Revela concepções alternativas	A sucessão dos dias e das noites deve-se ao Sol mover-se à volta da Terra	 <p>“Quando o Sol está numa parte da Terra é dia e na outra parte é noite.” (14Pré)</p>	4	0	- 4
Outras	—		3	6	+ 3

Pela análise da Tabela 4, verifica-se que antes do ensino, a maioria dos alunos (n=16) apresentava concepções alternativas sobre as causas para a sucessão dos dias e das noites. Essas ideias dos alunos, incoerentes com o conhecimento cientificamente aceite, estão relacionadas com o facto de os alunos, antes do ensino, julgarem que a sucessão dos dias e das noites ocorre devido: ao movimento de translação da Terra à volta do Sol (n=8); aos movimentos de translação da Terra à volta do Sol e de rotação da Terra (n=2); às nuvens que bloqueiam a luz do Sol (n=1); à sombra da Lua sobre a Terra (n=1) e ao movimento que o Sol efetua à volta da Terra (n=4). A concepção alternativa “a sucessão dos dias e das noites ocorre devido ao movimento de translação da Terra à volta do Sol”, foi a mais identificada antes do ensino. Estas concepções alternativas apresentadas pelos alunos, antes do ensino, também foram verificadas nos estudos de Baxter (1989), Sharp (1996) e Vosniadou (1991). Relativamente às concepções alternativas identificadas, constata-se que as mais frequentes: “a sucessão dos dias e das noites ocorre devido ao movimento de translação da Terra à volta do Sol” e “a sucessão dos dias e das noites deve-se ao Sol mover-se à volta da Terra”, foram também as concepções alternativas mais frequentes no estudo de Trumper (2001) sobre as causas para a sucessão dos dias e das noites.

Após o ensino, verifica-se que embora grande parte das concepções alternativas identificadas no pré-teste não prevaleceram, persiste ainda a ideia de que os dias e as noites ocorrem devido ao movimento de translação da Terra à volta do Sol ($n=1$) e devido à Terra se mover, em simultâneo, em torno do Sol e em torno de si mesma ($n=5$). Verifica-se ainda que, no pós-teste, houve uma evolução nas respostas cientificamente aceites, (+7).

É de notar que grande parte das representações que os alunos efetuam para acompanhar as suas explicações apresentam algumas incorreções, designadamente as dimensões ou as distâncias relativas entre os corpos celestes apresentados, a não representação do eixo da Terra, a colocação de estrelas próximas da Terra e do Sol e o sentido incorreto do movimento do planeta na sua órbita, sendo estas representações desadequadas mais frequentes antes do ensino.

5.3. Estações do Ano

No que diz respeito ao assunto estações do ano foi solicitado, aos alunos, que respondessem a uma questão, na qual se pretendia analisar as explicações dos alunos para a ocorrência das estações do ano. Os resultados obtidos encontram-se sintetizados na Tabela 5.

Tabela 5: Evolução das ideias dos alunos sobre o assunto estações do ano $N=19$

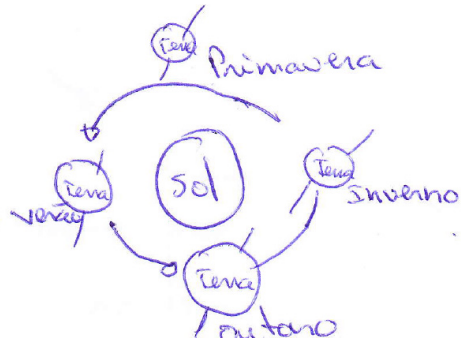
Categorias de Resposta	Exemplos de respostas dos alunos	Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Cientificamente Aceite	 <p>“As estações do ano ocorrem devido ao movimento de translação da Terra à volta do Sol e à inclinação do eixo da Terra.”</p> <p>(11Pós)</p>	0	2	+ 2

Tabela 5: Evolução das ideias dos alunos sobre o assunto estações do ano N=19 (continuação)

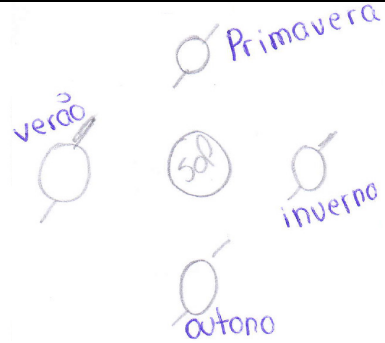

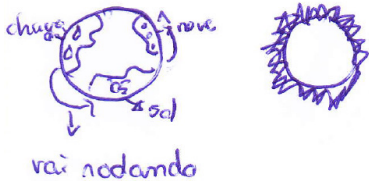
Categorias de Resposta	Exemplos de respostas dos alunos	Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Incompletas	 <p>“A mudança de estação ocorre devido à inclinação do eixo da Terra.”</p> <p>(1Pós)</p>	4	9	+ 5
Revela concepções alternativas	<p>As estações do ano ocorrem devido ao movimento de rotação e translação da Terra à volta do Sol e à inclinação do eixo terrestre em relação ao plano da sua órbita</p>  <p>“A Terra está a fazer a translação e ao mesmo tempo roda em torno do seu eixo inclinado.”</p> <p>(6Pós)</p>	0	1	+ 1
	<p>As estações do ano ocorrem devido ao movimento de rotação da Terra</p>  <p>“Na Terra há partes onde neva ou chove, enquanto noutros países ou continentes há Sol e depois a Terra roda e a estação muda.”</p> <p>(4Pré)</p>	2	0	- 2

Tabela 5: Evolução das ideias dos alunos sobre o assunto estações do ano N=19 (continuação)

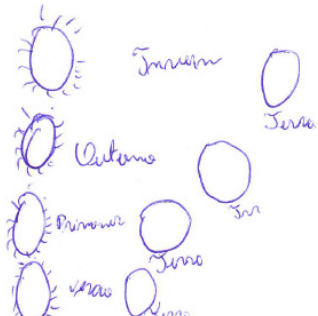
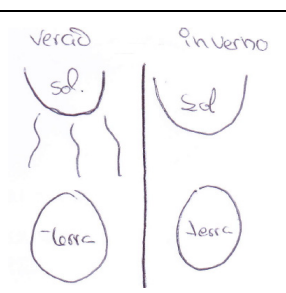

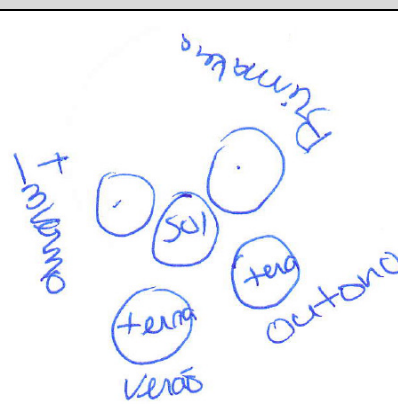

Categorias de Resposta	Exemplos de respostas dos alunos	Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Revela concepções alternativas	<p>As estações do ano ocorrem devido à variação da distância entre o Sol e a Terra</p>  <p>“As estações ocorrem devido à variação da distância entre o Sol e a Terra. Por exemplo, quando está muito perto quer dizer que é verão.”</p> <p>(9Pré)</p>	9	3	- 6
	<p>As estações do ano ocorrem devido à intensidade dos raios solares</p>  <p>“No verão o Sol é mais intenso e os seus raios solares são maiores do que no inverno.”</p> <p>(17Pós)</p>	0	1	+ 1
	<p>As estações do ano ocorrem devido ao movimento de translação da Lua à volta do Sol</p>  <p>“A Lua gira à volta do Sol e assim se vão mudando as estações do ano.”</p> <p>(8Pré)</p>	1	0	- 1

Tabela 5: Evolução das ideias dos alunos sobre o assunto estações do ano N=19 (continuação)

Categorias de Resposta	Exemplos de respostas dos alunos	Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Outras	 <p>(12Pré)</p>  <p>"Em cada estação do ano muda a estação."</p> <p>(16Pré)</p>	3	2	- 1
Não respondem	—	0	1	+ 1

Pela análise da Tabela 5 constata-se que nenhum aluno, antes do ensino, revela possuir conhecimento cientificamente aceite sobre o fenómeno astronómico, estações do ano, e apenas quatro alunos apresentam uma resposta incompleta, uma vez que representam, apenas, o movimento de translação da Terra à volta do Sol, omitindo a inclinação do eixo terrestre. Antes da implementação da estratégia de ensino, a maioria dos alunos (n=12) apresentava concepções

alternativas sobre as causas para as estações do ano. Após o ensino verifica-se uma melhoria dos resultados obtidos, uma vez que se verificou uma evolução das respostas cientificamente aceites (+2) e das respostas incompletas (+5) e uma diminuição das concepções alternativas (-7). As concepções alternativas identificadas foram: “as estações do ano ocorrem devido ao movimento de rotação da Terra” (n=2); “as estações do ano devem-se à variação da distância entre o Sol e a Terra” (n=9); e “as estações do ano devem-se ao movimento de translação da Lua à volta do Sol” (n=1). Das concepções alternativas referidas, uma delas “as estações do ano ocorrem devido à variação da distância entre o Sol e a Terra” persiste após o ensino, embora com menor frequência e surgem duas novas concepções alternativas após a implementação da estratégia de ensino: “as estações do ano ocorrem devido ao movimento de rotação e translação da Terra à volta do Sol e à inclinação do eixo terrestre em relação ao plano da sua órbita” (n=1), e “as estações do ano devem-se à intensidade dos raios solares” (n=1). Existem ainda respostas inseridas na categoria “outras”, quer antes (n=3), quer após (n=2) o ensino, devido a não apresentarem nenhum fundamento causal do fenómeno celeste. Verifica-se ainda nas suas representações, que os alunos apresentam de modo desadequado a localização das estações do ano, para um observador no hemisfério norte.

Relativamente ao assunto estações do ano, constata-se que, antes do ensino, os alunos não possuem conhecimento cientificamente aceite, revelando várias concepções alternativas, resultado incoerente com o verificado por Trumper (2001), uma vez que grande parte dos alunos, antes do ensino, respondeu corretamente à questão. As ideias apresentadas pelos alunos, incoerentes com o conhecimento científico, vão de encontro a algumas concepções alternativas detetadas por Baxter (1989), Sharp (1996) e Trumper (2001). Estes autores constataram que grande parte dos alunos consideram a variação da distância entre o Sol e a Terra, como a principal causa para a ocorrência das estações do ano, tal como nos resultados obtidos do estudo apresentado. Esta concepção alternativa poderá estar relacionada com o facto de os alunos, por vezes, imaginarem uma órbita elíptica de elevada excentricidade, o que os leva a pensar que as estações do ano são resultado da distância orbital (Atwood & Atwood, 1996; Lee, 2010). No que concerne às representações efetuadas pelos alunos, estas apresentam alguns descuidos, uma vez que não têm em consideração as dimensões ou as distâncias relativas entre os astros envolvidos no fenómeno astronómico. Este aspeto foi também detetado por Lee (2010).

5.4. Eclipses

Com a questão 4 do teste de conhecimentos pretendia-se que, os alunos, a partir de um esquema, no qual estava representado o Sol e a Terra, desenhassem a posição da Lua durante um eclipse solar, fundamentando ainda o porquê de a colocarem nessa posição. A Tabela 6 apresenta a análise dos resultados obtidos.

Tabela 6: Evolução das ideias dos alunos sobre o assunto eclipse solar N=19

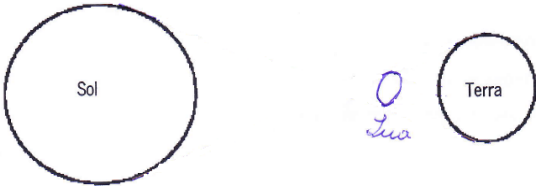
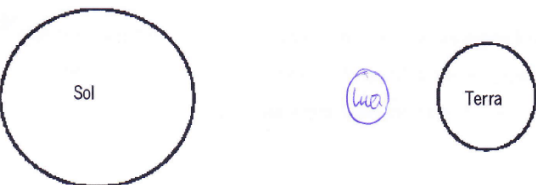
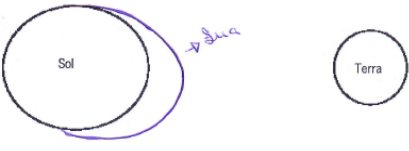
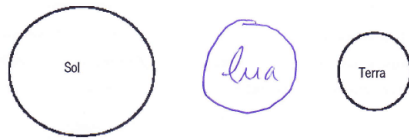


Categorias de Resposta	Exemplos de Representações dos alunos	Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Cientificamente Aceite	 <p>“O Sol, a Terra e a Lua têm de estar perfeitamente alinhados e a Lua na fase de Lua nova, durante um eclipse solar.” (3Pós)</p>	0	5	+ 5
Incompletas	 <p>“O Sol, a Lua e a Terra estão perfeitamente alinhados.” (10Pós)</p>	1	8	+ 7

Tabela 6: Evolução das ideias dos alunos sobre o assunto eclipse solar N=19 (continuação)

Categorias de Resposta	Exemplos de Representações dos alunos		Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Revela concepções alternativas	Durante um eclipse solar o Sol oculta a Lua	 <p>"O Sol vai tapando a Lua." (5Pré)</p>	3	2	- 1
	A Lua oculta a luz do Sol, durante um eclipse do Sol	 <p>"A Lua tapa o Sol." (6Pós)</p>	4	4	0
	O eclipse solar forma-se quando o Sol e a Lua se unem.	 <p>"O eclipse do Sol ocorre quando o Sol e a Lua se juntam." (11Pré)</p>	6	0	- 6
	A Lua, durante um eclipse solar, pode ocupar qualquer posição	 <p>"Porque a Lua encontra-se ali na realidade." (2Pré)</p>	4	0	- 4
Não respondem	—		1	0	- 1

Pela análise dos dados da Tabela 6 constata-se que nenhum aluno, antes do ensino, revela possuir conhecimento cientificamente aceito sobre o fenómeno eclipse do Sol. Apenas um aluno, antes da implementação da estratégia de ensino, apresenta uma resposta incompleta, uma vez que representa os três astros perfeitamente alinhados, referindo que deste modo, a Lua projeta a sua sombra na Terra, durante um eclipse solar. A maioria dos alunos, antes do ensino, apresenta concepções alternativas (n=17). A concepção alternativa mais frequente está relacionada

com o facto de um eclipse do Sol ocorrer quando o Sol e a Lua se juntam (n=6). Verifica-se também que alguns alunos (n=4) consideram que a Lua pode ocupar qualquer posição durante um eclipse solar. Outros alunos (n=4) consideram que durante um eclipse do Sol, a Lua oculta a luz do Sol, como tal, representam a Lua ou com a mesma dimensão da Terra, ou com dimensões superiores (Tabela 6). Existem ainda três alunos, antes do ensino, que consideram que durante um eclipse solar, o Sol oculta a Lua, mantendo-se esta imóvel. Após implementação da estratégia de ensino, verifica-se uma melhoria dos resultados obtidos, uma vez que se verificou uma evolução das respostas cientificamente aceites (+5). É ainda de salientar o aumento de respostas incompletas após o ensino, por parte dos alunos, verificando-se deste modo uma evolução (+7). Constata-se, ainda, uma diminuição, em geral, das concepções alternativas identificadas nas respostas dos alunos (- 11), após o ensino. Apenas duas concepções alternativas continuam a prevalecer após o ensino: “o Sol oculta a Lua” e “a Lua oculta a luz do Sol”.

Relativamente à questão referente ao eclipse lunar pretendia-se que os alunos desenhassem o modo de ocorrência desse fenómeno celeste, fundamentando, devidamente, o seu esboço. A análise das respostas dos alunos encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7: Evolução das ideias dos alunos sobre os eclipses lunares N=19


Categorias de Resposta	Exemplos de Representações dos alunos	Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Cientificamente Aceite	 <p>“A Lua tem de estar na fase de Lua cheia e estarem perfeitamente alinhados. A Terra projeta a sua sombra na Lua.”</p> <p>(4Pós)</p>	0	5	+ 5

Tabela 7: Evolução das ideias dos alunos sobre os eclipses lunares N=19 (continuação)

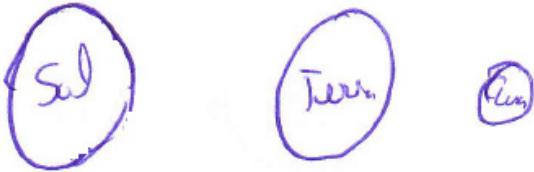


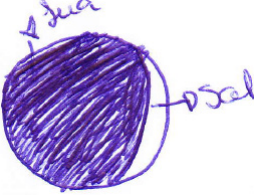

Categorias de Resposta	Exemplos de Representações dos alunos		Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Incompletas	 <p>“O Sol, a Terra e a Lua estão perfeitamente alinhados.”</p> <p>(6Pós)</p>		1	7	+ 6
	A Terra oculta a Lua	 <p>(1Pré)</p>	2	0	- 2
Revela concepções alternativas	A Lua coloca-se à frente do Sol, ocultando-o	 <p>(15Pré)</p>	8	5	- 3
		 <p>“A Lua passa pela frente do Sol e dá-se um eclipse lunar.”</p> <p>(5Pré)</p>			

Tabela 7: Evolução das ideias dos alunos sobre os eclipses lunares N=19 (continuação)

Categorias de Resposta	Exemplos de Representações dos alunos		Pré-teste f	Pós-teste f	Evolução
Revela concepções alternativas	O Sol aquece a Lua	 <p>“Quando a Lua está perto do Sol, o Sol aquece a Lua e dá-se o eclipse lunar.”</p> <p>(17Pré)</p>	1	0	- 1
Não respondem	—		2	2	0
Outras	—		5	0	- 5

Pela análise da Tabela 7 verifica-se que, antes do ensino, nenhum aluno demonstrou possuir conhecimentos cientificamente aceites sobre eclipses lunares e, apenas, um dos alunos apresentou uma resposta incompleta. Antes do ensino, a maioria dos alunos (n=11) revela possuir concepções alternativas, entre as quais se destacam: “a Lua coloca-se à frente do Sol, ocultando-o” (n=8), “a Terra oculta a Lua” (n=2) e “o Sol aquece a Lua” (n=1). Antes da implementação da estratégia de ensino é possível constatar que alguns alunos apresentaram respostas inseridas na categoria “outras”, pois limitaram-se a reproduzir o enunciado da questão. Após o ensino, cinco alunos apresentaram respostas cientificamente aceites, uma vez que representam os três astros perfeitamente alinhados e a Lua na fase de Lua cheia, verificando-se deste modo uma evolução (+5) das ideias dos alunos pertencentes a esta categoria. Constata-se ainda que, após o ensino, sete alunos apresentam um conhecimento cientificamente aceite, mas de um modo incompleto, tendo-se também verificado uma evolução (+6) das respostas nesta categoria, comparativamente com as respostas apresentadas antes da implementação da estratégia de ensino. No que diz respeito às concepções alternativas

identificadas antes do ensino, verifica-se que uma delas persiste após o ensino: “durante um eclipse lunar, a Lua coloca-se à frente do Sol, ocultando-o”. Verifica-se ainda que a maioria dos alunos apresenta dificuldades na representação das suas ideias, mesmo quando estas explicam cientificamente o fenómeno. Os seus esboços apresentam alguns descuidos, uma vez que não têm em consideração as dimensões ou as distâncias relativas entre os três astros envolvidos no fenómeno astronómico.

Em suma, quer antes, quer após o ensino, foram identificadas concepções alternativas, embora a sua frequência tenha diminuído após o ensino, registando-se um aumento da frequência de respostas cientificamente aceites. Estes resultados poderão estar relacionados com o facto de estes assuntos, eclipse lunar e eclipse solar, terem sido os últimos a abordar e, deste modo, os conteúdos estariam ainda presentes nas ideias dos alunos. As representações dos alunos continuam a não considerar as dimensões relativas entre os astros que fazem parte integrante dos fenómenos astronómicos, o que vai de encontro aos resultados de Trumper (2001), na medida em que grande parte dos alunos subestima as dimensões dos corpos celestes nas suas representações.

CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo apresentam-se as principais conclusões deste estudo e referem-se algumas limitações desta investigação bem como recomendações para trabalhos futuros.

6.1. Conclusões

Com este estudo, que tinha como objetivo geral compreender o modo como os modelos 3D e as ilustrações, inseridas numa metodologia de ensino orientada para a mudança concetual, poderiam auxiliar os alunos na compreensão de fenómenos astronómicos, procurou-se responder a duas questões de investigação:

- 1.** Quais as ideias dos alunos sobre assuntos de Astronomia antes do ensino do tema?
- 2.** Em que medida o uso de modelos 3D e ilustrações, inseridos numa perspetiva de ensino construtivista, contribuíram para a evolução das ideias iniciais dos alunos?

Assim, para cada uma das questões de investigação as principais conclusões foram:

- 1.** As ideias dos alunos sobre assuntos de Astronomia antes do ensino do tema.

Antes da implementação da estratégia de ensino, foi possível constatar através de um questionário, pré-teste, que os alunos, de um modo geral, apresentavam concepções alternativas em todos os assuntos relacionados com Astronomia que foram alvo de análise, isto é, sucessão dos dias e das noites, estações do ano, fases da Lua e eclipses. De entre estes assuntos, nenhum aluno revelou possuir, antes do ensino, ideias cientificamente aceites. A maioria das concepções alternativas identificadas foram também detetadas nas investigações de Baxter (1989), Peña & Quílez (2001) e Trumper (2001). Constatou-se, no entanto, que, de um modo geral, os alunos deste estudo parecem revelar menos conhecimentos cientificamente aceites, em assuntos de Astronomia, que os alunos dos estudos referidos, uma vez que em todos estes se constatou que uma percentagem da amostra apresentava respostas cientificamente aceites, à

exceção do estudo desenvolvido por Trundle, Atwood & Christopher (2007), onde nenhum dos alunos respostas cientificamente aceites. Este facto não é de estranhar uma vez que a turma de intervenção apresentava um baixo rendimento escolar, aliado a um elevado défice de atenção e concentração.

No que se refere às dificuldades de compreensão dos alunos e concepções alternativas identificadas, constatou-se que as mais frequentes em cada um dos assuntos foram as seguintes:

- ✓ Fases da Lua – os alunos não identificam, corretamente, as fases da Lua, nem a sequência por que se observam e, quanto às causas das fases da Lua, os alunos associam-nas à iluminação do Sol sobre a Lua;
- ✓ Sucessão dos dias e das noites – as concepções alternativas mais comuns estão relacionadas com o facto de os dias e as noites se sucederem devido ao movimento de translação da Terra à volta do Sol, ou deverem-se ao movimento do Sol à volta da Terra;
- ✓ Estações do ano – para os alunos as estações do ano ocorrem, principalmente, devido à variação da distância entre o Sol e a Terra, mas também, devido ao movimento de rotação da Terra;
- ✓ Eclipse solar – para os alunos um eclipse solar ocorre quando o Sol e a Lua se unem, ou quando a Lua oculta a luz do Sol;
- ✓ Eclipse lunar – para os alunos, este fenómeno ocorre quando a Lua se coloca à frente do Sol, ocultando-o.

Para além das concepções alternativas referidas, foram, ainda, detetadas outras concepções alternativas, embora com menor frequência de resposta.

Para além das ideias dos alunos serem incoerentes com o conhecimento cientificamente aceite, foi possível verificar que, antes do ensino, estes apresentavam dificuldades na representação das suas ideias, sendo detetados alguns problemas, tais como: a não consideração das dimensões ou das distâncias relativas entre os astros envolvidos nos fenómenos astronómicos estudados; a colocação de estrelas junto a órbitas dos planetas; o eixo da Terra sem inclinação e o sentido incorreto do movimento do planeta Terra na sua órbita.

2. O contributo dos modelos 3D e das ilustrações, inseridos numa perspetiva de ensino construtivista, para a evolução das ideias iniciais dos alunos.

Após a implementação da estratégia de ensino, constatou-se uma evolução das ideias dos alunos, embora esta evolução não se tenha conseguido de igual forma em todos os assuntos abordados. Os assuntos para os quais a estratégia de ensino parece ter contribuído para uma maior evolução na compreensão das ideias dos alunos foram: sucessão dos dias e das noites, eclipse solar e eclipse lunar. Por outro lado, os assuntos nos quais a evolução foi menor foram: as estações do ano e a identificação das fases da Lua. No caso do assunto, causas das fases da Lua, não se registaram evoluções. É de notar, que os assuntos que foram melhor compreendidos foram aqueles que foram ensinados mais próximo da aplicação do pós-teste e, em alguns casos, aqueles nos quais os alunos apenas observaram a realização da atividade, não tendo sido eles a manipular os modelos 3D. Após o ensino, foi possível constatar que grande parte das concepções alternativas, identificadas antes da implementação da estratégia de ensino, foram ultrapassadas. No entanto, algumas das concepções alternativas, persistiram, ainda, após o ensino, embora com menor frequência. Para além disso, em alguns assuntos constatou-se que surgiram novas concepções alternativas. As principais dificuldades dos alunos em cada um dos fenómenos de Astronomia abordados são os que a seguir se expõe:

- ✓ Fases da Lua – os alunos, continuam a não identificar, corretamente, as fases da Lua, nem a sequência por que se observam e, quanto às causas das fases da Lua, as concepções alternativas identificadas antes do ensino, foram ultrapassadas, tendo surgido uma nova concepção alternativa “as fases da Lua ocorrem devido ao movimento de rotação da Lua”;
- ✓ Sucessão dos dias e das noites – a concepção alternativa mais comum, após o ensino, está relacionada com o facto de os alunos considerarem que os dias e as noites ocorrem devido ao movimento de translação da Terra à volta do Sol e ao movimento de rotação da Terra;
- ✓ Estações do ano – a concepção alternativa mais identificada antes do ensino, “as estações do ano ocorrem devido à variação da distância entre o Sol e a Terra”, continua a prevalecer, embora com menor frequência;
- ✓ Eclipse solar e lunar – constatou-se uma dificuldade de os alunos ultrapassarem a concepção alternativa “um eclipse solar ocorre quando a Lua oculta a luz do Sol”. De modo semelhante a concepção alternativa “o eclipse lunar ocorre quando a Lua se coloca à frente do Sol, ocultando-o”, parece ser resistente à estratégia de ensino usada.

6.2. Limitações e recomendações

Tendo em conta os resultados obtidos, sugere-se que em futuras intervenções pedagógicas com alunos com as características da turma de intervenção, isto é, com elevado défice de atenção, concentração e hábitos de trabalho e de estudo, se procure analisar, antes do desenho da intervenção, quais os interesses e motivações dos alunos para o tema e quais os seus estilos de aprendizagem. Tal permitirá recolher mais informação que permita analisar qual a metodologia de ensino, de cariz construtivista, mais adequada para estes alunos. Por outro lado, dado que a abordagem do assunto Astronomia requer que os alunos possuam capacidades de abstração e de visualização, torna-se necessário que estas capacidades sejam trabalhadas com os alunos a par com o ensino do tema, ao longo dos vários temas de Ciências Físico-Químicas, e em articulação com outras disciplinas como é o caso da Matemática e da Educação Visual e Tecnológica.

Um fator limitante para o presente estudo, pode estar relacionado com o intervalo de tempo entre a aplicação dos questionários, pré-teste e pós-teste, uma vez que, se o pós-teste não tivesse sido aplicado imediatamente após a lecionação dos últimos assuntos, mas mais tarde, os alunos, que apresentam défice de atenção e poucos hábitos de trabalho e de estudo autónomo, talvez evidenciassem uma evolução menor. Neste sentido, o intervalo de tempo foi considerado relativamente curto para verificar se houve, ou não, retenção de conhecimentos, daí que o fator tempo se torne limitador deste estudo.

Por outro lado, e relativamente ao uso de modelos 3D, o facto de as atividades associadas aos assuntos nos quais os alunos mais evoluíram terem estado associadas a atividades demonstrativas, poderá indicar que para alunos com estas características as estratégias de tipo demonstrativo, mas em que os alunos estão mentalmente envolvidos, são mais adequadas do que aquelas em que os alunos manipulam os materiais. Tal poderá dever-se ao facto de as demonstrações poderem evitar a dispersão dos alunos, ajudando-os a focarem-se apenas numa tarefa.

Poder-se-ia também inserir outros recursos como os programas de simulação, alguns dos quais poderiam proporcionar a aprendizagem de conceitos abstratos de forma mais concreta, confrontar as próprias ideias dos alunos, recriar aspetos do mundo real e poderiam tornar os alunos mais atentos e concentrados. Para além disso, estes programas de simulação, poderiam ser inseridos na plataforma digital da escola, plataforma *Moodle*, e poderiam ser complementados com fichas de trabalho para os alunos explorarem fora da sala de aula como

trabalho de casa, ajudando assim os alunos a desenvolver hábitos de estudo. Dado que muitos destes alunos não têm internet em casa, esta poderia ser uma forma de os estimular a frequentarem alguns espaços da escola como é o caso da biblioteca e da sala de computadores, e, deste modo, compreenderem o papel destes locais na sua aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO LÓPEZ, R.; BAZO GONZÁLEZ, C.; LÓPEZ HERNÁNDEZ, M.; MACAU FÁBREGA, M. & RODRÍGUEZ PALMERO, M. (1995). Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el Universo. *Enseñanza de Las Ciencias*, 13 (3), pp. 327 – 335.
- ARRIBAS DE COSTA, A. & RIVIÈRE, V. (1989). La Astronomía en la enseñanza obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (2), pp. 201 – 205.
- ATWOOD, R. & ATWOOD, V. (1996). Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (5), pp. 553 – 563.
- BARAB, S.; HAY, K.; SQUIRE, K.; BARNETT, M.; SCHMIDT, R.; KARRIGAN, K.; YAMAGATA-LYNCH, L. & JOHNSON, C. (2000). Virtual Solar System Project: Learning Through a Technology-Rich, Inquiry-Based, Participatory Learning Environment. *Journal of Science Education and Technology*, 9 (1), pp. 7 – 25.
- BARDIN, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- BARNETT, M. & MORRAN, J. (2002). Addressing children's alternative frameworks of the Moon's phases and eclipses. *International Journal of Science Education*, 24 (8), pp. 859 – 879.
- BARRABÍN, J. M. (1995) Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), pp. 227 – 236.
- BAXTER, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11 (5), pp. 502 – 513.
- BERNARDES, T.; IACHEL, G. & SCALVI, R. (2008). Metodologias para o Ensino de Astronomia e Física através da construção de telescópios. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 25 (1), pp.103 – 117.
- BISHOP, J. (1990). *Dynamic human (astronomical) models*. In PASACHOFF, J. & PERCY, J. (Eds.) *The Teaching of Astronomy*, IAU Colloquium 105, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 213 – 217.
- BIZZO, N. (1996). Graves erros de conceitos em livros didáticos de ciência. *Ciência Hoje*, 21 (121), pp. 26 – 35.
- BRYCE, T. & BLOWN, E. (2013). Children's Concepts of the Shape and Size of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 35 (3), pp. 388 – 446.
- CAMINO, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en Astronomia. Un estudio com maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), pp. 81 – 96.

- CANALLE, J. (1994a). Comparação entre os tamanhos dos planetas e do Sol. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 11 (2), pp.141 – 144.
- CANALLE, J. (1994b). O sistema solar numa representação teatral. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 11 (1), pp. 27 – 32.
- CANALLE, J.; TREVISAN, R. & LATTARI, C. (1997). Análise do conteúdo de Astronomia de livros de geografia de 1.º grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 14 (3), pp. 254 – 263.
- CANALLE, J. (2003). O Problema do Ensino da Órbita da Terra. *Física na Escola*, 4 (2), pp. 12 – 16.
- COMINS, N. (1993). Sources of Misconceptions in Astronomy. In NOVAK, J.: Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Ithaca, NY: Cornell University.
- COOK, M.; WIEBE, E. & CARTER, G. (2008). The influence of prior knowledge on viewing and interpreting graphics with macroscopic and molecular representations. *Science Education*, 92 (5), pp. 848 – 867.
- DAGHER, Z. (1994). Does the use of analogies contribute to conceptual change? *Science Education*, 78 (6), pp. 601 – 614.
- D.E.B., Departamento da Educação Básica (2001). Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais do 3.º ciclo do Ensino Básico. Lisboa: Ministério da Educação.
- DIAS, C. & SANTA RITA, J. (2007). Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. *Vértices*, 9 (1/3), pp. 161 – 170.
- DOMENECH, A. & CASASUS, E. (1991). Galactic structure: a constructivist approach to teaching astronomy. *School Science Review*, 72, pp. 87 – 93.
- DOMENECH, A. & MARTINEZ, B. (1997). The Teaching of the Earth-Sun System in the Secondary School. *Proceedings of the First Conference of the European Science Education Research Association*, Roma.
- DOURADO, L. & LEITE, L. (2008). As atividades laboratoriais e o ensino de fenómenos geológicos. *In* Actas do XXI Congresso de ENCIGA (Cd-Rom). Carballiño: IES Manuel Chamoso Lamas.
- DUARTE, M. C. (2005). Analogias na Educação em Ciências: Contributos e Desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10 (1), pp. 7 – 29. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/art.1.pdf>. Acedido a 03/12/2013.
- DUNLOP, J. (2000). How children observe the universe. *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 17 (2), pp. 194 – 206.

- DYCHE, S.; MCCLURG, P.; STEPANS, J. & VEATH, M. (1993). Questions and conjectures concerning models, misconceptions, and spatial ability. *School Science and Mathematics*, 93 (4), pp. 191 – 197.
- ESTALELLA, R. (1986). Astronomía en la enseñanza básica y media. *Cuadernos de Pedagogía*, 136, pp. 8 – 11.
- IORE, S.; CUEVAS, H. & OSER, R. (2003). A picture is worth a thousand connections: The facilitative effects of diagrams on mental model development and task performance. *Computers in Human Behavior*, 19 (2), pp. 185 – 199.
- FLEER, M. (1997). A Cross-cultural Study of Rural Australian Aboriginal Children's Understandings of Night And Day. *Research in Science Education*, 27 (1), pp. 101 – 116.
- GALL, M.; BORG, W. & GALL, J. (1996). *Educational Research: an introduction*. New York: Longman Publishers USA.
- GARCÍA BARROS, S.; MONDELO ALONSO, M. & MARÍNEZ LOSADA, C. (1996). La astronomía en la formación de profesores. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 10, pp. 121 – 127.
- GARCÍA BARROS, S.; MARTÍNEZ LOSADA, C.; MONDELO ALONSO, M. & VEJA MARCOTE, P. (1997). La Astronomía en textos escolares de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), pp. 225 – 232.
- GARCÍA, S. (2011). Sol, Tierra y Luna. Movimientos relativos y sus consecuencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, pp. 512 – 518.
- GAZIT, E.; YAIR, Y. & CHEN, D. (2005). Emerging conceptual understanding of complex astronomical phenomena by using a virtual solar system. *Journal of Science Education and Technology*, 14 (5-6), pp. 459 – 470.
- GILBERT, J. K. (2008a). *Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education*. In GILBERT, J. K.; REINER, M. & NAKHLEH, M. (Eds.) *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. The Netherlands: Springer, pp. 3 – 24.
- GILBERT, J. K. (2008b). *Learning with External Representations*. In GILBERT, J. K.; REINER, M. & NAKHLEH, M. (Eds.) *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. The Netherlands: Springer, pp. 187 – 189.
- GIORDAN, A. & VECCHI, G. (1988). *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla: Díada editores.
- HANNUST, T. & KIKAS, E. (2007). Children's knowledge of astronomy and its change in the course of learning. *Early Childhood Research Quarterly*, 22, pp. 89 – 104.
- HANS, M.; KALI, Y. & YAIR, Y. (2008). Spatial Perception of the Moon Phases: A Web-Based Module Employing Design Principles for Socio-Constructivist Learning and Scientific

Visualization. *Proceedings of the Chais conference on instructional technologies research 2008: Learning in the technological era*, pp. 43 – 52.

INSTITUTE OF PHYSICS (IOP). Classroom demonstration. Disponível em: http://www.iop.org/resources/videos/education/classroom/astronomy/page_51897.html. Acedido a 20/04/2013

JONES, B.; LYNCH, P. & REESINK, C. (1987). Children's conceptions of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 9 (1), pp. 43 – 53.

KAPTERER, J. N. & DUBOIS, B. (1981). *Échec à la science*. Paris: NER.

KAVANAGH, C.; AGAN, L. & SNEIDER, C. (2005). Learning about Phases of the Moon and Eclipses: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. *Astronomy Education Review*, 4 (1).

KLEIN, C. (1982). Children's concepts of the Earth and the Sun: A cross-cultural study. *Science Education*, 65 (1), pp. 95 – 107.

KOESTLER, A. (1979). *The Sleepwalkers*, London: Penguin Arkana.

KRINER, A. (2004). Las fases de la luna, cómo y cuándo enseñarlas? *Ciência & Educação*, 10 (1), pp. 111 – 120.

LANCIANO, N. (1989). Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (2), pp. 173 – 182.

LANCIANO, N. (1997). Obstacle conceptions and didactic obstacles in Astronomy experience fields. *Proceedings of the First Conference of the European Science Education Research Association*, Roma.

LANGHI, R. (2004). Idéias de Senso Comum em Astronomia. *Observatórios Virtuais – Idéias de Senso Comum*. Disponível em <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/langhi.pdf>. Acedido a 11/07/2013.

LANGHI, R. (2011). Artigos nacionais sobre ensino e educação em Astronomia. Disponível em <http://sites.google.com/site/proflanghi/artigos>. Acedido a 12/07/2013.

LANGHI, R. & NARDI, R. (2004). Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 16, pp. 6 – 21.

LANGHI, R. & NARDI, R. (2010). Algumas tendências das publicações relacionadas à Astronomia em periódicos brasileiros de ensino de Física nas últimas décadas. *Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 12 (2), pp. 205 – 224.

LEE, V. (2010). How Different Variants of Orbit Diagrams Influence Student Explanations of the Seasons. *Science Education*, 94 (6), pp. 985 – 1007.

- LEITE, C. & HOSOUME, Y. (2005). Astronomia nos livros didáticos de Ciências – um panorama atual. In *XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, pp. 1 – 4.
- LEITE, C. & HOSOUME, Y. (2007). Os professores de Ciências e suas formas de pensar a astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 4, pp. 47 – 68.
- LELLIOTT, A. (2007). Learning about Astronomy: a case study exploring how grade 7 and 8 students experience sites of informal learning in South Africa. Unpublished Philosophy Doctor Thesis. Johannesburg: University of Witwatersrand.
- LELLIOTT, A. & ROLLNICK, M. (2010). Big Ideas: A review of astronomy education research 1974 – 2008. *International Journal of Science Education*, 32 (13), pp. 1771 – 1799.
- LIGHTMAN, A. & SADLER, P. (1993). Teacher predictions versus actual student gains. *The Physics Teacher*, 31, pp. 162 – 167.
- LORITE, M. (1997). Secuenciación de contenidos y enseñanza de la astronomía: La Tierra en el Universo. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 14, pp. 61 – 71.
- LORITE, M. (1998). A cielo abierto: una experiencia de aprendizaje de la astronomía. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 18, pp. 75 – 83.
- LUCAS, K. & BROADFOOT, J. (1991). *Astronomical activities throughout the year for primary school students*. Paper presented at the Annual Conference of the Science Teachers' Association of Queensland, Kelvin Grove.
- LUCAS, K. & COHEN, M. (1999). The changing seasons: teaching for understanding. *Australian Science Teachers' Journal*, 45 (4), pp. 9 – 17.
- MACIEL, N. & DUARTE, C. (2012). *À descoberta do planeta azul*. Ciências Físico-Químicas, 7.º ano, Terra no Espaço. Porto: Porto Editora.
- MATTHEWSON, J. (1999). Visual-Spatial Thinking: An Aspect of Science Overlooked by Educators. *Science Education*, 83 (1), pp. 33 – 54.
- M. E., MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2004). Organização Curricular e Programas. Programa de Estudo do Meio do 1.º ciclo do Ensino Básico, Lisboa: 4.ª edição.
- NARDI, R. (1989). Um estudo psicogenético das idéias que evoluem para a noção de campo: subsídios para a construção do ensino desse conceito. Tese (Doutorado em Educação). Universidade de São Paulo: Faculdade de Educação.
- NUFFIELD PHYSICS PROJEC (2008). So, you think the Earth goes round the Sun? *Teachers Notes*. London: The Nuffield Foundation. Disponível em <http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.nuffieldfoundation.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fso-you-think-the-earth-goes-round-the-sun-199.doc&ei=XujoUsS8A-307Abd3YEY&usg=AFQjCNHRvFu8ooc-yrR3nFHevl-2cnyZEA&sig2=B9FHmfdNTxPLMkLrkIf4MQ&bvm=bv.60157871,d.ZGU>. Acedido a 26/03/2013.

- NUSSBAUM, J. (1986). Student's perception of Astronomical concepts. In HUNT, J. (Ed.), *GIREP conference: Cosmos – an educational challenge. Proceedings of a conference held in Copenhagen, Denmark*. Noordwijk, The Netherlands: European Space Agency Publications Division, pp. 87 – 97.
- NUSSBAUM, J. (1989). *La Tierra como cuerpo cósmico*. In DRIVER, R. et al., (Eds.) *Ideas científicas en la infancia y la adolescência*. Madrid: MEC, Ediciones Morata, S. L.
- NUSSBAUM, J. (1990). Astronomy teaching: challenges and problems. *IVth International Conference on Teaching Astronomy*. Barcelona.
- NUSSBAUM, J. & NOVAK, J. D. (1976). An assesment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60 (4), pp. 535 – 550.
- OJALA, J. (1992). The third planet. *International Journal of Science Education*, 14 (2), pp. 191 – 200.
- OSBORNE, J. (1991). Approaches to the teaching of AT16 – the Earth in space: issues, problems and resources. *School Science Review*, 72, pp. 7 – 15.
- OTERO, M. (2004). Investigación en imágenes en la educación en Ciencias. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*.
- OTERO, M.; GRECA, I. & SILVEIRA, F. (2003). Imágenes visuales en el aula y rendimiento escolar en Física: Un estudio comparativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (1), pp. 1 – 30.
- PEÑA, M. & QUÍLEZ, G. (2001). The importance of images in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 23 (11), pp. 1125 – 1135.
- PERCY, J. (2009). *Why Astronomy is useful and should be included in the school curriculum*. In PASACHOFF, J. & PERCY, J. (Eds.) *Teaching and Learning Astronomy*. New York: Cambridge University Press, pp. 10 – 13.
- PEREIRA, L. (2009). *Materiais de apoio para professores: ensino de Astronomia no 3.º CEB*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- PHILLIPS, L.; NORRIS, S. & MACNAB, J. (2010). *Visualization in Mathematics, Reading and Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- POSTIGO, Y. & LÓPEZ-MANJÓN, A. (2012). Representaciones visuales del cuerpo humano. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17 (53), pp. 593 – 626.
- POZO, J., GÓMEZ CRESPO, M.A., LIMÓN, M. & SANZ, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia*. Madrid: CIDE.
- P. E., Projeto Educativo (2009). TEIP 2, Triénio 2008/2011. Braga, pp. 2 – 4.
- PUZZO, D.; TREVISAN, R. & LATARI, C. (2004). Astronomia: A Investigação da Ação Pedagógica do Professor. *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*.

- RAPP, D. & KURBY, C. (2008). *The “Ins” and “Outs” of Learning: Internal Representations and External Visualizations*. In GILBERT, J. K.; REINER, M.; NAKHLEH, M. (Eds.) *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp. 29 – 52.
- RENNIE, L.; HOWITT, C.; EVANS, R. & MAYNE, F. (2010). Do-It-Yourself Astronomy: Getting the best out of a science kit. *Teaching Science*, 56 (4), pp. 13 – 17.
- RODRÍGUEZ, P. & LIRES, M. (2006). La Evolución Histórica del Conocimiento del Universo en los Libros de Texto de 1º de ESO. *Revista de Investigación en Educación*, 3, pp. 133 – 151.
- ROJAS, R. (2001). *El Cuestionario*. Disponível em <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/article/viewfile/1498/1155>. Acedido a 03/08/2013.
- SANTOS, O. (2008). *O Ensino e a Aprendizagem do tema Terra no Espaço: na busca da construção de um projeto interdisciplinar*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Aveiro: Universidade de Aveiro. Disponível em: <http://biblioteca.sinbad.ua.pt/Teses/2009000408>. Acedido a 21/04/2013.
- SCHOON, K. (1992). Student's alternative conceptions of Earth and space. *Journal of Geological Education*, 40 (3), pp. 209 – 214.
- SEBASTIÁ, B. (1995). Investigación didáctica en astronomía: una selección bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), pp. 387 – 389.
- SEQUEIRA, M. & DUARTE, M. (1991). Student's alternative frameworks and teaching strategies: A pilot study. *European Journal of Teacher Education*, 14 (1), pp. 31 – 43.
- SHARP, J. (1996). Children's astronomical beliefs: a preliminary study of year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18 (6), pp. 685 – 712.
- SHARP, J. G., BOWKER, R., MOONEY, C. M., GRACE, M., & JEANS, R. (1999). Teaching and learning astronomy in primary schools. *School Science Review*, 80 (292), pp. 75 – 93.
- SHARP, J. & MOORE, K. (1993). Constructivist learnings: the Earth and space sciences-implications for curriculum design at stages 1 and 2. *Teaching Earth Science*, 18 (4), pp. 130 – 134.
- SNEIDER, C. & OHADI, M. (1998). Unraveling students' misconceptions about the earth's shape and gravity. *Science Education*, 82 (2), pp. 265 – 284.
- STAHLY, L.; KROCKOVER, G. & SHEPARDSON, D. (1999). Third Grade Students' Ideas about the Lunar Phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (2), pp. 159 – 177.
- SUBRAMANIAM, K. & PADALKAR, S. (2009). Visualisation and Reasoning in Explaining the Phases of the Moon. *International Journal of Science Education*, 31 (3), pp. 395 – 417.
- TAMIR, P. (1990). Justifying the selection of answers in multiple choice items. *International Journal of Science Education*, 12 (5), pp. 563 – 573.

- TARTRE, L. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21 (3), pp. 216 – 229.
- TEN, A. & MONROS, M. (1984). Historia y enseñanza de la Astronomía: Los primitivos instrumentos y su utilización pedagógica. *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (1), pp. 49 – 56.
- THIELE, R. & TREAGUST, D. (1991). Using analogies in secondary chemistry teaching. *Australian Science Teachers' Journal*, 37 (2), pp. 10 – 14.
- TREAGUST, D. (1993). The evolution of an approach for using analogies in teaching and learning science. *Research in Science Education*, 23, pp. 293 – 301.
- TRUMPER, Ricardo (2001). A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *International Journal of Science Education*, 23 (11), pp. 1111 – 1123.
- TRUNDLE, K.; ATWOOD, R. & CHRISTOPHER, J. (2007). Fourth-grade Elementary Students' Conceptions of Standards-based Lunar Concepts. *International Journal of Science Education*, 29 (5), pp. 595 – 616.
- TUFTE, E. (2001). *The visual display of quantitative information*. Cheshire: Graphics Press.
- UTTAL, D. & O' DOHERTY, K. (2008). *Comprehending and Learning from "Visualizations": A Developmental Perspective*. In GILBERT, J. K.; REINER, Miriam; NAKHLEH, Mary (Eds.) *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp. 53 – 72.
- VOSNIADOU, S. (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies*, 23 (3), pp. 219 – 237.
- WU, H. & KRAJCIK, J. (2006). Inscriptional Practices in Two Inquiry-Based Classrooms: A Case Study of Seventh Graders' Use of Data Tables and Graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (1), pp. 63 – 95.
- ZHANG, J. (1997). The Nature of External Representations in Problem Solving. *Cognitive Science*, 21 (2), pp. 179 – 217.
- ZUZA, K. & ALDUNCIN, J. (2009). ¿Se puede conseguir qe los estudiantes se aficionem a la astronomía si no pueden disfrutar del cielo nocturno? *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 61, pp. 65 – 72.

ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE REGISTO DAS FASES DA LUA

Desenha, no Quadro seguinte, a forma que a Lua apresenta nos diferentes dias do mês de Abril e Maio. Para isso, terás que registar o que observas diariamente.

Mês de Abril e Maio

Dia	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hora									
Desenho da Lua									
Dia	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Hora									
Desenho da Lua									
Dia	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Hora									
Desenho da Lua									
Dia	30	1	2	3					
Hora									
Desenho da Lua									

ANEXO 2: FICHA DE TRABALHO N.º 1

As posições relativas dos planetas do Sistema Solar

Nome: _____ **N.º** ____ **Turma** ____ **Data:** ____/____/____

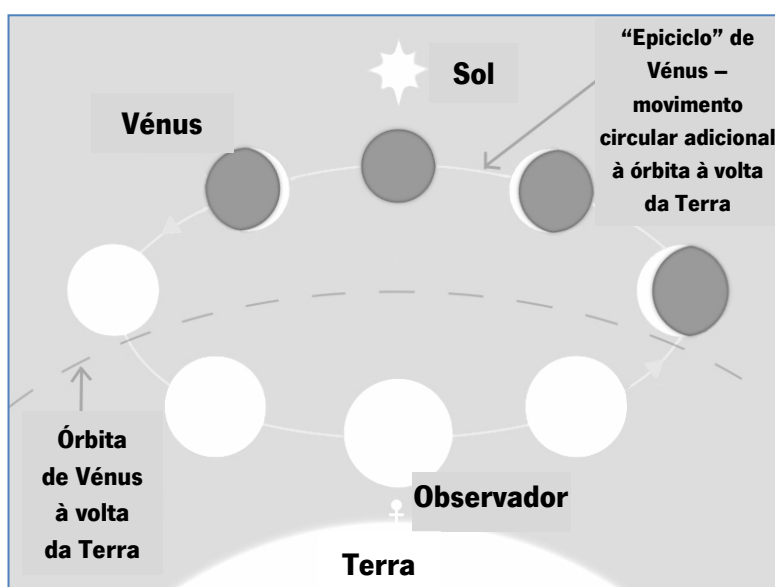
- 1.** Faz um desenho que represente a posição do Sol e dos planetas do Sistema Solar. Explica o teu desenho.

1.1. Ao longo da história da Astronomia foram sendo desenvolvidos diferentes modelos para explicar os fenômenos astronômicos. Alguns desses modelos são semelhantes às representações que efetuaste. Hoje em dia, o modelo aceite é o modelo heliocêntrico uma vez que todas as observações de que dispomos são explicadas com base neste modelo, o mesmo não acontece com o modelo geocêntrico que apenas explica alguns fenômenos. Assim, neste momento, o modelo heliocêntrico é o melhor modelo disponível. Para tentares compreender melhor esta ideia vais realizar a seguinte atividade.

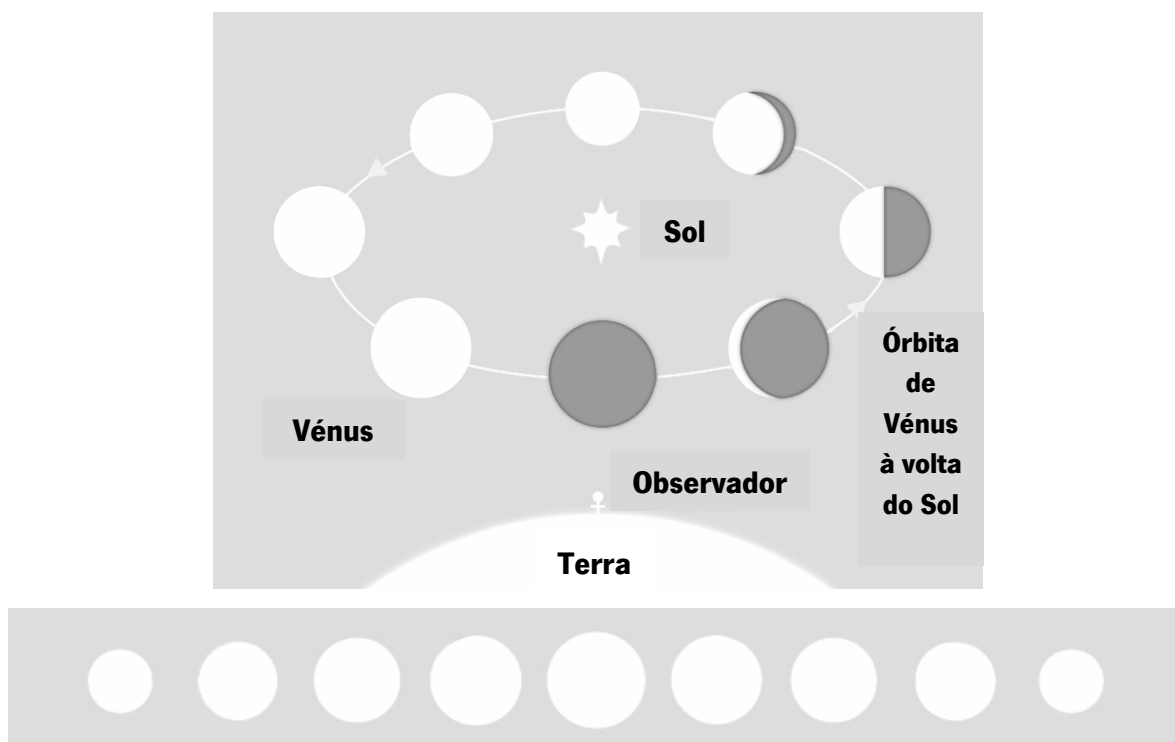
1.1.1. Quando da Terra se observa o planeta Vénus, verifica-se que Vénus aparenta mudanças no seu aspeto. À medida que Vénus se afasta da Terra, o seu tamanho aparente vai diminuindo e fica cada vez mais iluminado para um observador na Terra. Da mesma forma, à medida que Vénus se aproxima da Terra, o seu tamanho aparente vai aumentando e fica cada vez menos iluminado para um observador da Terra. A figura seguinte mostra essa situação, em que a zona iluminada está representada a branco e a parte não iluminada pelo Sol, é a parte mais escura de Vénus.



Será que estas observações podem ser previstas no modelo geocêntrico? Para responderes a esta questão, completa a figura que se segue colorindo a parte não iluminada da esfera, que representa Vénus, e deixando em branco a sua parte iluminada. Explica as tuas representações.



1.1.2. E será que essas representações podem ser previstas no modelo heliocêntrico? Para responderes a esta questão, completa a figura que se segue colorindo a parte não iluminada da esfera, que representa Vénus, e deixando em branco a sua parte iluminada. Explica as tuas representações.



Conclusão da atividade:

Atividade adaptada do projeto Nuffield Physics 2008

ANEXO 3: FICHA DE TRABALHO N.º 2

Sucessão dos Dias e das Noites

Nome: _____ N.º _____ Turma _____ Data: ____/____/____

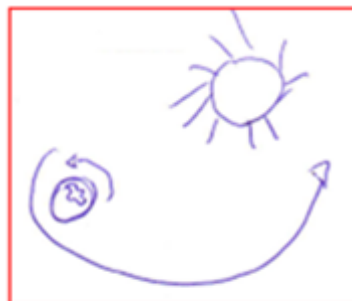
1. Tendo em conta o modelo heliocêntrico estudado, indica, justificando, se algum dos esquemas a seguir apresentados poderá explicar a sucessão dos dias e das noites. Caso não concordes com nenhuma das representações, efetua um desenho no quadrado livre, referente à opção E.

A



A Terra move-se à volta do Sol

B



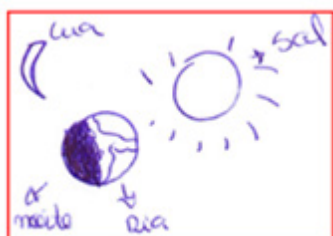
A Terra gira à volta do Sol e em torno de si mesma

C



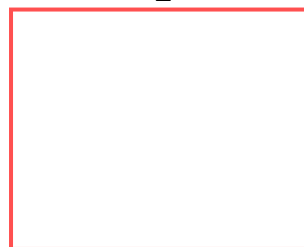
As nuvens bloqueiam a luz do Sol

D



A Lua faz sombra sobre a Terra

E



Outra

Explica _____

2. Com o material a seguir apresentado, procura analisar a tua resposta.



● Plasticina

2.1. O que achas que representa:

- O candeeiro?
- O arame que atravessa o globo Terrestre?
- Os pedaços de plasticina?

2.2. Descreve como varia a luminosidade de diferentes zonas do globo Terrestre, assinaladas com a plasticina, à medida que o globo gira em torno do seu eixo.

2.3. O que aconteceria à luminosidade dessas zonas se não houvesse movimento de rotação? Justifica a tua resposta.

2.4. Qual será a razão para a sucessão dos dias e das noites? Explica a tua resposta e compara-a com o que respondeste na pergunta 1.

2.5. Se a Terra girar em torno do seu eixo imaginário, será o João ou o David, que irá assistir ao pôr do Sol? Explica a tua resposta.



ANEXO 4: FICHA DE TRABALHO N.º 3

Fases da Lua

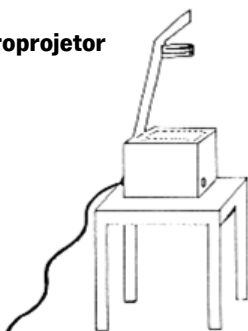
Nome: _____ **N.º** _____ **Turma** _____ **Data:** ____/____/____

1. A Lua ao longo dos dias apresenta mudanças aparentes no seu aspeto, a que se chamam fases da Lua, tal como pudeste observar, através do preenchimento da ficha de registo das fases da Lua. Também deves ter verificado que a Lua apresenta zonas mais claras e zonas mais escuras, tal como indica a figura abaixo. A que achas que se deve este facto? Explica a tua resposta.

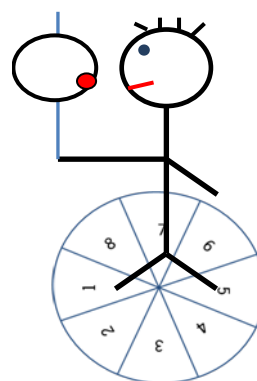


2. Vais agora tentar compreender, com base no modelo heliocêntrico, por que razão ocorre a mudança aparente no aspeto da Lua. Para tal dispões de um retroprojektor e de uma bola branca, com uma marca vermelha, bem como um círculo marcado no chão, para identificar as diferentes posições que irás ocupar, tal como se evidencia na figura abaixo.

Retroprojektor



Bola branca

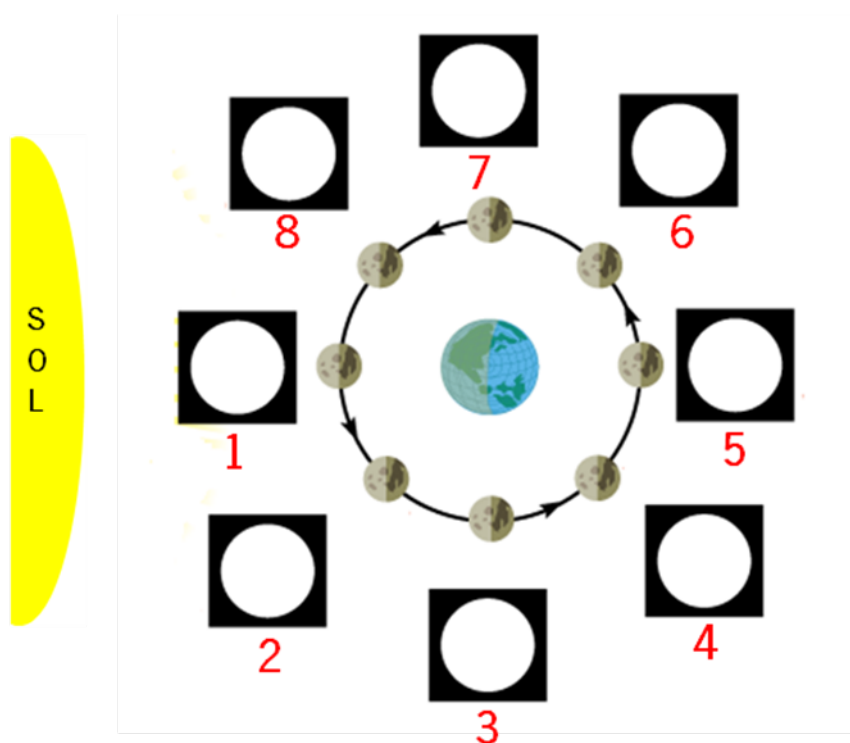


2.1. O que achas que representa:

- O retroprojektor?
- O menino?
- A bola branca com uma marca?

2.2. O que é que não é levado em consideração na atividade proposta?
































2.3. Realiza a atividade e desenha, no seguinte esquema, o que observas em cada uma das posições apresentadas (1 a 8).



2.4. Com base no esquema anterior, explica por que razão não é sempre Lua Cheia? Justifica a tua resposta.

2.5. À medida que observaste as fases da Lua, representadas na bola, conseguiste sempre visualizar a marca vermelha da esfera branca? Qual será a razão para isso ocorrer? Explica a tua resposta.

3. As seguintes imagens da Lua, foram obtidas no mesmo período de observação em que tu efetuaste os teus registos das fases da Lua.

Dia	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Desenho da Lua									
Dia	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Desenho da Lua									
Dia	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Desenho da Lua									
Dia	30	1	2	3					
Desenho da Lua									

3.1. Após observação da série de imagens anterior, qual achas que será a duração do ciclo da Lua? Justifica a tua resposta.

4. Imagina que fazias uma viagem espacial à Lua. Ao observares a Terra, achas que ela apresentaria fases?

Sim ☐

Se sim, desenha o que pensas que observarias e explica porquê.

Não ☐

Se não, explica porquê.

ANEXO 5: FICHA DE TRABALHO N.º 4

Eclipse da Lua

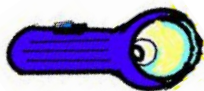
Nome: _____ N.º _____ Turma _____ Data: ____/____/____

1. Visualiza o vídeo apresentado pela tua professora.

1.1. Refere que fenómeno astronómico acabaste de observar.

1.2. Qual a diferença entre esse fenómeno e as fases da Lua, anteriormente estudadas? Explica a tua resposta.

2. Com base no modelo heliocêntrico e com recurso ao material a seguir apresentado, pretende-se simular um eclipse da Lua.



2.1. O que achas que representa:

- A lanterna?
- A bola branca mais próxima da lanterna?
- A bola branca mais pequena?

2.2. O que não é levado em consideração nessa simulação? Justifica a tua resposta.

2.3. O que acontecerá à bola branca de maiores dimensões, quando se acender a lanterna? Explica a tua resposta.

2.4. Aquando da projeção da sombra da bola branca maior na parede da sala de aula, consegues distinguir duas zonas distintas. O que acontece quando a bola branca mais pequena atravessa essas diferentes zonas? Explica a tua resposta.

2.5. Revê a tua resposta à questão 1.1. e se necessário, altera-a.

3. Na seguinte tabela, que consta do teu manual escolar, encontras algumas datas previstas para a ocorrência de eclipses da Lua. Pela sua análise, podes verificar, que se trata de um fenómeno astronómico raro.

Alguns Eclipses da Lua de 2013 a 2017	
Data	Tipo
25-04-2013	Parcial
15-04-2014	Total
08-10-2014	Total
04-04-2015	Total
28-09-2015	Total
07-08-2017	Parcial

3.1. Com base no seguinte texto e na figura apresentada, explica por que razão será esse fenómeno tão raro de observar.

Porque ocorrem os eclipses?

Quando ocorre o “desaparecimento” total ou parcial de um astro ou se sobre esse corpo celeste, é projetada uma sombra, diz-se que ocorreu um eclipse. Este fenómeno é muito importante para os astrónomos e, eles conseguem, prever com exatidão, a data da sua ocorrência. Os jornais e outros meios de comunicação noticiam muitas das vezes, essas previsões, de modo, a que se possa observar tão admirável fenómeno. Para que ocorram eclipses é necessário que os três astros, Sol, Terra e Lua, fiquem perfeitamente alinhados. No entanto, esse fenómeno astronómico não ocorre, cada vez que a Lua se encontra em fase de Lua cheia, para o caso do eclipse da Lua e, em fase de Lua nova, para o caso do eclipse do Sol, porque as órbitas da Terra e da Lua não se encontram situadas no mesmo plano do Sol, encontrando-se desfasadas 5.9° , tal como podes observar na figura 1, e daí a razão dos eclipses serem fenómenos astronómicos pouco frequentes.

Adaptado de Olga Santos, 2008

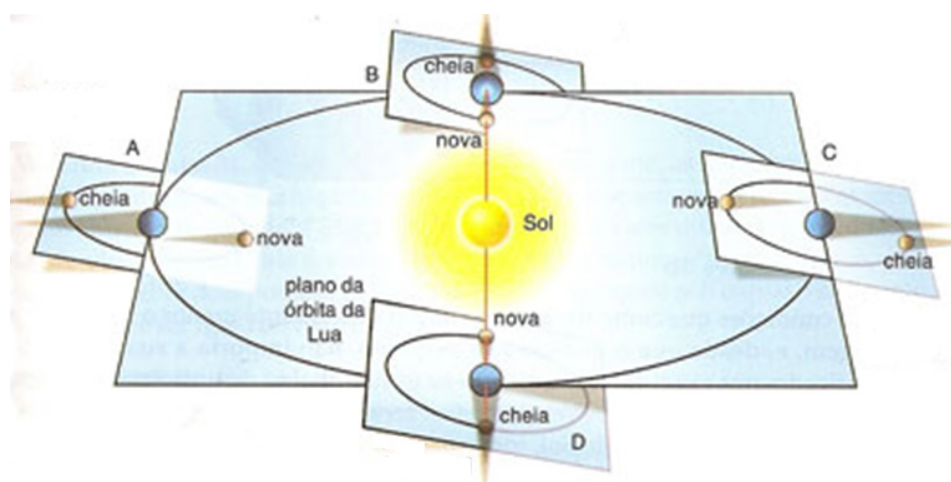


Figura 1 – Plano da órbita da Lua em relação ao plano da órbita da Terra.

ANEXO 6: QUESTIONÁRIO

Este questionário tem como finalidade conhecer o modo como compreendes alguns fenómenos astronómicos. Agradeço que respondas, individualmente, às questões que se seguem. Tenta ser o mais completo possível, procurando não deixar nenhuma pergunta sem resposta. Obrigada.

Nome: _____ N.º: _____ Idade: _____

1. Desenha as fases da Lua que conheces, para o hemisfério norte, e faz a sua legenda.

2. As figuras 1 e 2 mostram como a Lua aparece numa noite, e como aparece algumas noites mais tarde.

Uma noite



Figura 1

Noites mais tarde



Figura 2

2.1. Com o auxílio de um desenho, explica essa mudança de aspeto da Lua.

Desenho	Explicação

3. Das afirmações que se seguem, assinala a que consideras mais correta:

3.1. “A sucessão dos dias e das noites ocorre porque...”

- A.** ... a Terra gira sobre o seu eixo”.
- B.** ... a Terra move-se à volta do Sol”.
- C.** ... as nuvens bloqueiam a luz do Sol”.
- D.** ... a Terra move-se para dentro e para fora da sombra do Sol”.
- E.** ... o Sol move-se à volta da Terra”.
- F.** Outra_____

Com o auxílio de um desenho, explica a tua opção.

Desenho	Explicação do desenho

3.2. “As estações do ano ocorrem devido...”

- A.** ... à variação da distância entre o Sol e a Terra”.
- B.** ... à variação das distâncias entre a Terra, o Sol e a Lua”.
- C.** ... ao movimento da Terra à volta do Sol e à inclinação do eixo da Terra em relação ao plano da sua órbita”.
- D.** ... à variação do nível de poluição atmosférica, a qual altera a intensidade dos raios solares”.
- E.** Outra _____

Justifica a tua opção com auxílio de um desenho.

Desenho	Explicação do desenho

4. Considera o esquema seguinte no qual está representado o Sol e a Terra.



4.1. Desenha, no esquema acima apresentado, a posição da Lua durante um eclipse solar.

4.2. Explica por que colocaste a Lua nessa posição.

5. A figura que se segue evidencia um eclipse lunar.



5.1. Como achas possível a ocorrência deste fenómeno? Faz um desenho que auxilie a tua explicação.

Desenho	Explicação

Bom Trabalho!